Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band XVIII.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band XII.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Zwölfter Band.

Der Mensch wie er ist — und was er erfindet.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1856.

Hanoteh osen, halo jischma?
Im jozer ajin, halo jabit? —

Inhaltsverzeichniß.

Seite

I. Wie alt eine neue Erfindung ist.

Wie jeder einzelne Mensch sich gar zu gern bewundert sieht, so ist es auch mit der ganzen Menschheit der Fall. — Gar zu gern hört das Menschengeschlecht seine Weisheit rühmen, seine Einsicht preisen und die Vorzüge anstaunen, die den Menschen hoch über die andern Wesen der Erde erheben.

Macht man inmitten eines solchen Lobes den Einwand, daß all' dies gar herrlich, aber eigentlich doch nicht ein eigen Verdienst des Menschengeschlechts, sondern ein Gnadengeschenk sei, das ihm von unbekannter Hand schon im Mutterleibe als Befähigung geworden, so flüchtet der sich selbst bewundernde Mensch gar zu gern in das Gebiet seiner reichen Erfindungen; um darzuthun: wie Tausende von Geschlechtern vor uns gelebt, welche mit gleichen Befähigungen dem Mutterschoß entsprungen, gar tief unter uns gestanden haben, und wie es also ein eignes Verdienst der Entwicklung der Menschheit sein muß, der wir unsere schönen Einrichtungen, unsere naturbeherrschenden Erfindungen, unsere Welt-bezwingenden Maschinen verdanken.

Haben wir aber wirklich Ursache, hierauf so stolz zu sein? —

Nun das eben wollen wir einmal in Betracht ziehen; und zu diesem Zweck wollen wir den Blick auf den Menschen und auf seine Erfindungen richten.

Was hat der Mensch nicht im Lauf der Zeit erfunden, wovon die Menschengeschlechter vor ihm nicht die geringste Ahnung hatten! Wir brauchen gar nicht weit zu suchen, wenn wir uns von Bewunderung wollen fortreißen lassen. Ueberall in unserer Umgebung ist der Naturzustand bereits verschwunden, und alles, was wir um uns sehen, ist ein Werk menschlicher Kunst, menschlicher Erfindungsgabe; ja es ist bereits so weit, daß wir in eine ferne Wildniß hinausfliehen müssen, wenn wir die Natur so erblicken wollen, wie sie war, als der Mensch in sie hinein versetzt wurde.

Wie anders aber sieht es um unsere großen Erfindungen aus, wenn wir uns die Dinge von einer andern Seite betrachten! und zu diesem Zweck stellen wir die folgende Frage auf: Was erfindet der Mensch, und was brachte er schon vor Jahrtausenden mit zur Welt? — Wahrlich, auf diese Frage müssen wir kleinmüthig zusammensinken, wenn wir sie uns ernstlich beantworten wollen; denn die Antwort lehrt uns, daß wir mit all' unsern Erfindungen weit, weit zurückstehen gegen den großen Schatz unübertrefflicher Erfindungen, mit welchen wir schon die Welt betreten.

Als vor mehreren Jahrtausenden ein denkender Mensch den Blasebalg erfunden hatte, da war er sicherlich so überaus weise in seinen Augen, daß er mit Stolz oder Mitleid auf die ganze Menschheit herabsah, die vor ihm gelebt hatte und er rief gewiß jubelnd aus: ich habe Neues geschaffen, Niedagewesenes erfunden! — Wie, wenn

ihm Jemand gesagt hätte: „Thörichtes Menschenkind, was Du da erfunden hast, kennst Du selber nicht! Jahrtausende nach Dir wird die Menschheit den von Dir erfundenen Blasebalg benutzen, ohne zu verstehen, welchen Dienst er ihr leistet. Erst spät, sehr spät wird man dahinter kommen, daß die Luft Sauerstoff in sich habe, daß dieser Sauerstoff eine chemische Verbindung eingehe mit der glühenden Kohle, daß diese chemische Verbindung es eben ist, die man Verbrennung nennt, und erst dann, wenn die Menschheit zu dieser Entdeckung kommt, wird sie wissen, was Du nicht weißt, wird sie wissen, was ein Blasebalg eigentlich bedeutet!" — Wie, sagen wir, wenn Jemand dem Erfinder vor Jahrtausenden dies hätte zurufen können, gewiß der Erfinder würde ihn nicht verstanden, oder würde schmerzlich eingesehen haben, daß das, was er ein Neues nennt, erst sehr, sehr alt werden muß, um eine wirkliche verstandene Erfindung genannt werden zu können. —

Wie aber gar, wenn Jemand dem Erfinder einen Blick in die ihm sehr fernliegende Zukunft hätte öffnen können, und hätte ihm zu zeigen vermocht, daß nach der Entdeckung des Sauerstoffs noch ein halbes Jahrhundert vergehen wird, bis ein Naturforscher dahinterkommt, zu zeigen, daß jeder Mensch einen Blasebalg mit auf die Welt bringt; daß die Lungen, wenn sie Athem schöpfen, nichts anderes thun, als daß sie eine Verbrennung der Kohle des Blutes bewirken, daß sie also den Dienst eines Blasebalgs in nie geahntem ausgezeichnetsten Maße versehen, — wahrlich, es würde sich jener Erfinder haben sagen müssen: Nein! ich habe nichts Neues erfunden, ich habe nur ohne Einsicht in den wahren Zusammenhang ein äußerst kleines unbedeutendes Theilchen einer merkwürdigen Maschinerie hergestellt, mit der ich, ohne es zu

wissen, schon in die Welt gekommen bin! einer Maschinerie, ohne die ich nicht einen Augenblick zu leben vermocht hätte, einer Maschinerie, die alt, sehr alt ist!

Und hätte nur dieser unbekannte Erfinder, der vor Jahrtausenden gelebt hat, Ursache also zu sprechen? —

Wir sagen: Nein! Wir behaupten, daß die erfindungsstolze Menschheit vielleicht noch nicht eine einzige Erfindung gemacht hat, von der nicht nachgewiesen werden kann, daß sie in weit vorzüglicherem, unvergleichlich vollendeterem Maße schon mit dem ersten Wesen auf die Welt gekommen ist, als es lebend das Licht der Welt erblickt hat.

Ein Blasebalg ist eine sehr unbedeutende Erfindung, zumal jetzt, wo man vortreffliche rotirende Gebläse eingerichtet hat. Eine menschliche Lunge aber ist, wie die Wissenschaft der neuesten Zeit erst gelehrt hat, mehr, weit mehr noch als ein Gebläse, sie ist zugleich ein Heiz-Apparat, ein Filtrir-Apparat und eine chemische Fabrik und ist, wie wir sehen werden, so merkwürdig gebaut, daß man durch Rechnung Folgendes feststellen kann:

Wenn ein vorzüglicher Mechaniker durch eine von ihm aufzustellende Maschinerie all' diejenigen Summen von verschiedenen Arbeiten verrichten lassen soll, die eine Lunge während der Lebensdauer eines Menschen verrichtet, so wird er mindestens einen Raum gebrauchen, in welchem zur Noth drei Familien leben können, dabei wird er Kessel, Räder, Stangen, Hebel, Zangen, Schrauben, Zapfen, Kurbeln, Riemen und Nägel gebrauchen, mit denen man eine kleine Welt zertrümmern kann und zu all' dem wird er einen Maschinenmeister noch hinstellen müssen, der die Maschinerie in Gang erhält.

Die Lunge dagegen, die all' das gewiß vorzüglich arbeitet, hat Platz in einem Raum, den man mit zwei

Händen bedeckt, hat nicht ein einzig Rädchen, ja nicht einmal ein Nägelchen von einer Maschine und ist so fleißig ohne sichtbaren Maschinenmeister, daß sie sogar fortarbeitet, wenn wir uns auf's Ohr legen und im Schlafe Gott und die Welt vergessen.

Doch — das ist alles unbedeutend, wenn wir weiter darüber nachdenken, was der Mensch erfindet und was er mit zur Welt bringt!

II. Wie wenig das Herz die Wahrheit ahnt und wie blind man mit sehendem Auge ist.

Zu den alten Erfindungen der Menschen gehört auch die Pumpe, die wie unsere Straßen-Brunnen Wasser aus der Tiefe aufsaugen und es durch eine Oeffnung in einem aufsteigenden Rohr ausfließen lassen. Man nennt diese: Saug-Pumpen. Weit später erst wurde die Druck-Pumpe erfunden, die in vielfach verbesserter Form jetzt als Feuer-Spritze bekannt ist; allein sie ist immer noch nicht so vollendet, daß man sie für unverbesserlich halten darf und fortwährend kann man die geistvollsten Mechaniker und Maschinenbauer mit der Aufgabe beschäftigt finden, neue und verbessertere Saug- und Druck-Pumpen herzustellen.

Da sich schon die griechischen Naturforscher mit Erfindungen dieser Art viel abgegeben haben, so kann man wohl ohne Uebertreibung sagen, daß das Menschengeschlecht schon drei Jahrtausende über die Verbesserung dieser sehr nützlichen Instrumente nachdenkt, und sicherlich ist jeder Fortschritt darin mit großem Jubel als etwas Neues aufgenommen worden, das dem Erfindungsgeist der Menschen unendliche Ehre macht.

Wie aber, wenn man jetzt weiß, daß schon der erste Mensch, der auf Erden lebte, eine Saug- und Druck-Pumpe von unübertrefflicher Meisterhaftigkeit mit sich herumtrug? Wie, wenn wir bedenken, daß das Herz ein herrliches Pumpwerk ist, das unermüdlich schon im Mutterleibe den wesentlichsten Theil seiner Arbeit beginnt, das mit einer wichtigen Abänderung im Moment der Geburt seine Arbeit fortsetzt und unausgesetzt saugt und drückt, bis der Mensch im hohen Alter am Ende seines Erdenlebens anlangt! —

So alt das Menschengeschlecht auf Erden ist, — und dies Alter ist so bedeutend, daß man es gar nicht mehr zu schätzen vermag, — so lange schon trägt jeder Mensch einen der herrlichsten Apparate mit sich in der Brust herum, und doch hob sich diese Brust so stolz, als der Kopf auch nur den geringfügigsten Theil dieses Apparates herzustellen und als neue Erfindung auszugeben vermochte! — In jedem erwachsenen Menschen werden circa dreißig Pfund Blut etwa 500mal in einem Tage mit einer Saug-Bewegung vom Herzen aufgenommen und mit einer kräftigen Druckbewegung durch ein unendlich verzweigtes Röhrensystem, das man Adern nennt, getrieben. Was ist alle künstliche Wasserleitung gegen diesen feinen Mechanismus, der das Blut durch Wege hindurchzwängt, die so zart sind, daß man die Röhrchen nicht einmal mit dem Auge mehr sehen kann! An siebzig bis achtzigmal ist das Herz in jeder Minute des Lebens mit dieser Arbeit beschäftigt und versetzt dem Menschen von innen ebenso oft einen sanften Rippenstoß, als wollte es ihn aufmerksam machen auf seine Wirksamkeit und ihn auffordern, darüber nachzusinnen. — Wie lange aber hat es gedauert, ehe der Mensch, der alles erfindende Mensch, auf die Ahnung kam, was das Herz ist, das er im Leibe trägt?

Die Antwort hierauf ist wirklich sehr beschämend!

Von den dunkeln Zeiten vor Erfindung der Pump-Werke wollen wir gar nicht sprechen; aber in den drei Jahrtausenden, die seitdem etwa verflossen, in diesen Zeiten, sollte man meinen, hätte jeder Pulsschlag den Menschen lehren müssen, welch' eine bekannte Maschine er mit sich herumträgt. Allein dem war leider nicht im mindesten so. Erst im Jahre 1619 hat ein englischer Arzt und sinniger Naturforscher William Harvey die Thätigkeit des Herzens und die Bewegung des Blutes richtig erkannt, so daß es demnach mehr als zwei Jahrtausende nach Erfindung der Pump-Werke bedurft hatte, um einen ausgezeichneten Menschen auf solche Gedanken zu bringen. — Das ist wahrlich schon sehr demüthigend! — Wie aber nahmen seine Zeitgenossen und seine Mitgelehrten diese Wahrheit auf? — Es ist noch demüthigender, es zu erzählen, daß Harvey mit Schimpf und Spott verfolgt wurde, daß seine Kollegen ihn anfeindeten und die Patienten — sich von ihm, als einem Barbaren, der das Herz wie eine Pumpe behandelt wissen wolle, zurückzogen.

Zum Glück nahm sich's Harvey nicht sehr zu Herzen, denn er erreichte ein hohes Alter und hatte die Freude, daß er als Greis die Anerkennung fand, die man dem verdienstvollen Manne versagte.

Wir werden diese vortreffliche Maschinerie unsern Lesern noch näher vorführen und wollen hier nur vorübergehend bemerken, daß die wundervollste Einrichtung derselben vornehmlich in den Ventilen besteht, die für ihren Zweck nicht vorzüglicher ausgesonnen werden können; wir erwähnen dies nur, weil gute Ventile zu denjenigen Maschinentheilen gehören, die noch gegenwärtig jedem sinnenden Mechaniker als eine wichtige Aufgabe gelten.

Vielleicht macht man uns den Einwand, daß Lunge

und Herz von der Brusthöhle eingeschlossen, also der Wahrnehmung der Menschen zu sehr verborgen sind. Lunge und Herz kann man nur an Leichen offen darlegen und also nur sehen, wenn sie nicht mehr wirksam sind. Lunge und Herz sind auch in ihrer Thätigkeit unabhängig von unserm Willen und Wissen und deshalb gerade käme es, daß sie sich der Kenntniß der Menschen entzogen haben. Lägen sie offen im Leben dar, würde man Gelegenheit gehabt haben, ihre Geschäftigkeit zu beobachten, so wären die klugen Menschen gewiß weit, weit früher hinter all' diese sinnreichen Mechanismen gekommen.

Leider jedoch können wir diese beschönigende Ausrede nicht gelten lassen.

Was liegt in seiner Wirksamkeit offener als das menschliche Auge? Merkt nicht jedes Kind, daß man mit dem Auge sieht? Bietet nicht jedes Thier, das man schlachtet und zerstückelt, um den leiblichen Hunger zu stillen, die leichteste Gelegenheit, ein Auge näher zu untersuchen und den geistigen Hunger zu stillen? — Und doch dauerte es Tausende und abertausende von Jahren, bevor der erfindungsreiche Mensch dahinter kam, was das Licht im Auge für eine Rolle spiele!

Und wie kam er dahinter?

Wiederum durch eine neue, nagelneue Erfindung, die vor zweihundert Jahren ein Italiener Namens Porta machte, und die man „eine dunkele Kammer" oder „Camera obscura" nennt, das Ding, vor das man sich jetzt hinsetzt, wenn man sich daguerreotypiren oder photographiren lassen will. Als Porta das erfunden und die überraschenden Erscheinungen sah, die es darbietet, war er gewiß außer sich vor Erfindungsstolz und mochte ausgerufen haben: Wo im Himmel und auf Erden ist Jemand, der dergleichen aufweisen kann!

Armer Porta! Wo ist Jemand, der nicht dergleichen schon vom Mutterleibe aus hat! Hundert Jahre nach Porta wußte man erst, daß die optische Einrichtung des Auges ganz und gar die einer Camera obscura ist! — Hatten die Menschen vor Porta's Erfindung keine Augen? — Sie hatten sie wie wir; aber leider muß man von den erfindungsstolzen Menschen sagen: sie haben Augen, und — sie sehen nicht!

Doch, — wir sind noch nicht zu Ende!

III. Wie man trotz alles Horchens nicht erfährt, was hinter'm Ohr steckt.

Wenn das, was wir vom Auge gesehen haben, nicht sonderlich dazu angethan ist, der Erfindungsgabe des Menschen übertriebenen Lobpreis zu zollen, so ist das, was wir vom Ohr jetzt wollen hören lassen, wahrhaftig sehr geeignet, den Lobpreis ein groß Stück tiefer herabzustimmen.

Vom Auge kann man wenigstens sagen, daß man dessen Einrichtung zu begreifen im Stande war, seitdem man die sogenannte neue Erfindung Porta's, die Camera obscura, richtig verstanden hat. Zwar werden wir noch zeigen, wie eine vollendete Camera obscura nur eine stümperhafte Maschine ist gegen ein Auge; aber immerhin ist man soweit, daß man wenigstens den gröbern Bau des Auges versteht und von den feinern Theilen richtigere Vorstellungen hat. — Vom Ohr dagegen kann man das leider noch nicht sagen. —

Man weiß es zwar, daß das Ohr dazu gemacht ist, um die feinen unsichtbaren Schwingungen der Luft auf-

zufassen, welche bei jedem Schall oder bei deren öfterer Wiederholung, also bei jedem Ton entstehen, den man spricht oder sonst durch ein Instrument hervorbringt. Ein italienischer Naturforscher, Cladni, hat sogar im vorigen Jahrhunderte eine Erfindung gemacht, die auch neu, nagelneu schien, die sich aber am Ohr als alt, uralt erwies. Er zeigte, wie eine Glasscheibe, auf welche man feinen trockenen Sand streut, ganz merkwürdige Schwingungen macht, sobald man sie in einem Punkte, etwa in einem Schraubstock festhält und mit einem Fiedelbogen an einer ihrer Kanten so herunterfährt, daß sie einen Ton von sich giebt. Es ist ein allerliebster Anblick, sofort den feinen Sandstaub je nach dem Ton, den man hervorgerufen, schwingen und tanzen zu sehen, bis er sich endlich in wundervoll regelmäßige Figuren zu Häufchen hinlagert. Man nennt diese Figuren nach ihrem Erfinder: Cladnische Klangfiguren, und in der That sind sie eigenthümliche Noten, die die Natur selber schreibt. — Später erst wurde man inne, wozu das Trommelfell, das man im Ohr hat, dient, und sah ein, daß dies auch eine schwingende Scheibe ist, welche bei jedem Schall oder Laut oder Ton, den man hört, in verschiedener Weise schwingt und auch gewissermaßen Klangfiguren machte, wenn sie mit Sand bestreut würden. Und das ist schon ganz schön.

Blickt man aber tiefer in den Bau des Ohres, so stößt man sofort auf feine Knöchelchen von räthselhafter Bedeutung. Man sieht ein Hämmerchen wie einen Thürklopfer, einen Amboß, der mit dem Hämmerchen in Berührung kommt und einen äußerst feinen knöchernen Steigbügel, der das kleinste Knöchelchen im Körperbau ist, von dem man aber platterdings nicht weiß, was es zu thun hat und das doch wahrhaftig nicht umsonst da ist. — Am Fußtritt dieses räthselhaften Steigbügels aber ist ein klei-

nes Loch in der Wand eines Knochens, der der härteste im Körper ist und deshalb das „Felsenbein" heißt. Wie erstaunt war man, als man innerhalb dieses felsenharten Knochens ein höchst merkwürdiges Röhren-System entdeckte, welches sich wie ein Schneckenhaus ansieht und an dem noch drei Bügel angebracht sind wie die Henkel eines Geschirrs! wie erstaunt ist man noch jetzt, wenn man das zum erstenmal sieht und sich von denen, die es schon zum tausendsten Mal nach allen Seiten hin besehen haben, sagen lassen muß: diese Maschinerie verstehen wir nicht!

Wir begreifen, daß der Schall die Luft in Schwingung versetzt, wir begreifen, daß die Schwingung das Trommelfell des Ohres zu entsprechenden zitternden Schwingungen anregt, wir müssen annehmen, daß auch dadurch das Hämmerchen in Zittern geräth und der Amboß ebenfalls davon was abkriegt; aber schon sind wir über den Grund, warum das so sein muß, in halbem Dunkel; über die weitere sehr merkwürdige Zusammensetzung dieser Maschinerie, die ja doch eigentlich nur den Schall bis zum Nerv zu leiten hat, der ihn dem Gehirn zuträgt, ist man im vollsten Dunkel, zur Demüthigung des menschlichen Ohrs, das so gern die Stimme vernimmt, die seine überaus erhabene Weisheit verkündet. —

Denken wir nun darüber nach, weshalb man wohl noch in so tiefem Dunkel über den Mechanismus des Ohrs ist, so muß man sich leider Folgendes sagen. Es geht uns mit dem Mechanismus des Ohrs, wie es den früheren Geschlechtern mit dem des Auges ging, als sie noch die Erfindung der Camera obscura nicht kannten. Ueber kurz oder lang wird sicherlich Jemand eine merkwürdige Erfindung machen, eine nagelneue noch nie dagewesene Erfindung, die vielleicht darauf hinausläuft, daß man ebenso wie Cladni einzelne Töne zeigte, auch eine ganze Reihe

sehr schnell nacheinander entstandener Schallwellen auf irgend einer schwingenden Scheibe nacheinander zeigen kann. Vielleicht kommt einmal eine Zeit, wo man gar keine Briefe mehr zu schreiben nöthig hat und auch keine Stenografen braucht, um eine ganze Rede aufzuzeichnen, sondern man sich eines Instruments bedient, das die Schallwellen des gesprochenen Wortes so voneinander gesondert auf einen dazu eingerichteten Papierstreifen einprägt, daß man nur diesen besprochenen Streifen seinem Freunde zuzusenden nöthig hat, um ihm die Gedanken kundzuthun. — Tausend gegen Eins aber ist zu wetten, daß wenn es einmal so kommt und das Entzücken über die funkelnagelneue Erfindung die Menschheit um eine ganze Portion stolzer macht auf die erhabenste Erfindungsgabe, — Tausend gegen Eins ist, sagen wir, zu wetten, daß dann mit einemmale den stolzen Menschen die Augen aufgehen über die Geheimnisse ihrer Ohren und sie dann inmitten ihres Erfindungsjubels ausrufen müssen: Guter Gott, was bilden wir uns ein, neue Erfindungen zu machen und haben doch trotz alles Horchens und Spähens nicht gemerkt, wie die neueste Weisheit uns schon vor ur- uralten Zeiten hinter's Ohr geschrieben worden ist! —

Doch, — wir müssen noch ein paar Schritte weiter gehen, um das, was wir eigentlich wollen, noch deutlicher sagen zu können.

IV. Die Kunststücke der Hände, der Füße und der Nerven.

In unsern Zeiten, wo Hunderttausende von Menschen die als Fabrikarbeiter leben, eigentlich als nichts betrachtet

werden wie als Diener der Maschine, die unermüdlich ein gewisses Fabrikat schafft, in unsern Zeiten, wo man Maschinen nach Pferdekräften und Pferdekräfte nach dem Preis abschätzt, um wie vielmal sie billiger sind als Menschenkräfte; in solchen Zeiten nimmt es uns nicht Wunder, daß man die Maschine höher hält als den Menschen und es oft vergißt, daß die Maschine ein Werk des Menschen ist. — Aber ein wenig ernsteres Nachdenken über den mechanischen Werth der werthvollsten Maschine verglichen mit der mechanischen Fertigkeit der unbeholfensten Menschenhand lehrt hinreichend, daß die vorzüglichste Maschine doch nur ein Stümperwerk ist und die unfertigste Menschenhand alle kunstvollsten Erfindungen überragt, die man gegenwärtig als den Stolz der Menschheit betrachtet.

Es ist wahr, eine Maschine arbeitet oft mit fünfhundert Menschen um die Wette. Eine Maschine strickt, webt, druckt, preßt, hämmert, bohrt, hobelt, feilt, schleift, sägt, mahlt, drechselt und verrichtet wer weiß was für Arbeiten mit einer Pünktlichkeit, einer Schnelligkeit, einer Genauigkeit, wie es die Menschenhand zu machen ermüdet; aber giebt es einen Mechaniker, der schon eine Maschine aufgestellt hat, welche auch nur zu zwei von den verschiedenen genannten Arbeiten tauglich ist? — Kann man mit einer Strickmaschine weben? mit einer Webemaschine drucken? mit einer Druckmaschine hämmern? mit einer Hämmermaschine bohren? mit einer Bohrmaschine hobeln? Keineswegs! — Welch' eine wundervolle Maschine ist dagegen eine Menschenhand, die wenn man sie nur dazu dirigirt, all' das und noch viel mehr macht, und abwechselnd macht und doch bei all' dem ein Werkzeug ist am lebenden Leibe, welches eigentlich auch seinen Werth nicht einbüßt, wenn es ruht!

Zwei Kinder-Händchen mit vier Stricknadeln bringen

einen Strumpf zu Stande. Nun aber halte man einmal diese zarten Kinder-Händchen gegen eine Strickmaschine und frage sich, welcher Mechanismus vorzüglicher ist? Liegt schon die Vorzüglichkeit der Kinder-Händchen darin, daß sie an tausendmal kleiner sind als solche Maschine, daß sie keine Spur von Rädern und Tritt-Kurbeln und Stangen und Schrauben und Riemen und Hebeln und dergleichen eisernen und messingenen Gliedmaßen an sich haben, die größer sind als zwei Kinder ganz und gar, liegt schon darin die Vorzüglichkeit einer Hand, so übertrifft sie noch alle Maschinen der Welt ohne Ausnahme dadurch, daß die Menschenhand zu allem in der Welt zu gebrauchen ist, eine Maschine aber ausschließlich nur zu dem einen einzigen Werk, zu welchem man sie ursprünglich eingerichtet hat. Die Menschenhand ist nicht so stark wie die Maschine, ist nicht so schnell, ist nicht so sicher, ist nicht so pünktlich, nicht so unermüdlich, nicht so leicht zu repariren wie die Maschine; will man nur Ein Werk, ein bestimmtes Werk verrichtet haben, nun so muß man der Maschine den Vorzug geben; will man aber den Werth des Mechanismus abschätzen, so muß man sagen, daß die ungeübteste Menschenhand zehntausendmal mehr mechanischen Werth besitzt, als die künstlichste aller Maschinen.

Wir wollen den Mechanismus der Menschenhand einmal gelegentlich unsern Lesern noch näher vorführen; für jetzt jedoch ist es Zeit, daß wir zwei gewaltigen Einwendungen begegnen, die sicherlich schon einem großen Theil unserer Leser auf der Zunge schweben. Diese Einwendungen sind mit zwei Worten ausgesprochen, die in der That gewichtvoll in die Wage unserer Zeit und Verhältnisse fallen, mit den zwei Worten: Eisenbahnen! Telegrafen! —

Wir aber entgegnen Folgendes.

Wer uns für Verächter der menschlichen Erfindungen

hält, ist sicherlich im schwersten Irrthum. Wir sind wahrlich nach Kräften bemüht, die Kenntniß der Naturzustände dem Volke zu erleichtern, und zwar deshalb zu erleichtern, weil wir es einerseits der Menschenwürde angemessen halten, sich zum Herrn der Natur emporzuschwingen und weil wir andererseits die Zeit nahen fühlen, wo die Naturwissenschaft ein unumgängliches Mittel zum leiblichen Wohl des Volkes ist. — Aber die menschlichen Erfindungen der jetzigen Zeit so ganz und gar über Alles zu erheben, was wir in und an uns haben, das können wir schon darum nicht, weil wir die tief innerste Ueberzeugung in uns tragen, daß noch das jetzt lebende Geschlecht viel weiter wird fortschreiten in den kommenden Zeiten als wir selbst in den jüngsten Zeiten der Vergangenheit, und daß unsere Kinder uns belächeln werden, weil wir noch immer voll sind von den Wundern der Eisenbahn und der Telegrafen, wie wir die Väter belächeln, daß sie ihrer Zeit die Chaussee als ein Wunder und die optischen Telegrafen als eine unübertreffliche Erfindung anstaunten.

Aber, wird man uns einwenden, die Lokomotive, der Telegraf, sind sie nicht neu, sind dies nicht ganz eigene Schöpfungen des Menschengeistes?

Nun, man halte uns nicht für griesgrämlich, wenn wir auch hierauf mit Nein! antworten.

So lange man einer Lokomotive nicht einen Mechanismus giebt, durch den man sie mindestens ebenso eine Treppe hinauf dirigiren kann, wie ein vierjähriges Kind seine Beinchen, so lange wird man uns gestatten müssen zu sagen, daß die zwei Stangen, welche der Mensch mit auf die Welt bringt und die man die Beine nennt, eine Lokomotive der vorzüglichsten Art sind, so vorzüglich, daß es sich lohnt, sie etwas näher kennen zu lernen.

Die Telegrafen aber; ja, das ist eigentlich das Ko-

mische an unserm Thema! Die Telegrafen, diese neueste, allerneueste Erfindung; — es ist zum Erschrecken, wie alt sie ist! denn die neuesten Forschungen über die Wirksamkeit der Nerven im menschlichen Körper laufen einstimmig darauf hinaus, daß sie ganz und gar wie elektrische Telegrafendrähte thätig sind, und schon in alten, alten, sehr alten Zeiten ihre Depeschen nach dem Gehirn des ersten Menschen brachten, dessen Ur-Ur-Ur-Nachkommen nach wer weiß wie viel Tausenden von Jahren jetzt erst dahinter kommen, es als neu zu erfinden! —

Darum eben meinen wir, ist gut, daß wir, soweit es eben geht, den Menschen kennen lernen wie er ist, und in möglichst bescheidener Erwartung ansehen — was er erfindet. —

Und nun — zur Sache.

V. Zur Vermeidung von Mißverständnissen.

Indem wir nunmehr zur Betrachtung einzelner Organe im menschlichen Körper kommen, um einen Vergleich derselben mit einzelnen Erfindungen anzustellen, welche auf gleichem Prinzip gebaut sind, müssen wir eine wesentliche Bemerkung voranschicken, die viel dazu beitragen wird, daß man uns nicht mißverstehe.

Wir sind weit davon entfernt, eine Vergleichung anzustellen zwischen wirklichen Produkten lebender Wesen und den Produkten todter Maschinen. Wollten wir dies, so wäre es sehr leicht zu zeigen, wie von lebenden Wesen, mögen sie ein Pflanzen- oder Thierleben besitzen, weit künstlichere Produkte hergestellt werden als von todten Maschinen. Die künstlichste chemische Fabrik kann nicht eine

Kartoffel machen, wenn man ihr auch die einzelnen Stoffe dazu giebt, während jeder Kartoffelkeim dies Kunststück versteht, den man dem Erdboden anvertraut und ihn der Einwirkung des Wassers, des Lichtes und der Wärme überläßt. Es kommt uns noch weniger in den Sinn, von einer noch so künstlichen todten Maschine zu verlangen, daß sie z. B. Milch erzeuge, ein Kunststück, das bekanntlich jede Mutterbrust wie jedes Euter eines weiblichen Säugethiers vortrefflich zu produziren versteht. Ein Verlangen der Art wäre müßig und thöricht und wäre nicht gescheiter, wie wenn wir verlangten, daß ein Kaninchen einen Häring gebären solle.

Was wir aber vergleichend nebeneinander stellen wollen, ist ganz etwas anderes. Wir stellen nur solche Theile der menschlichen Maschinerie mit Maschinen menschlicher Erfindung zusammen, die beide gleiche Produkte zu Wege bringen oder wenigstens zu Wege bringen können. Wir stellen die Lunge und den Blasebalg zum gegenseitigen Vergleich miteinander hin. Was die Lunge thut, kann oder könnte wenigstens auch ein künstlicher Blasebalg thun und wir betrachten sie beiderseits, damit man den mechanischen vortheilhaften Bau vergleiche. Wir sehen hierbei ganz davon ab, daß die Lunge zu ihrer Thätigkeit von andern Kräften angetrieben wird, als irgend ein künstliches Gebläse, daß die Lunge durch einen lebendigen Mechanismus, ein Gebläse dagegen durch einen Menschenfuß, eine Hand, eine Windmühle, ein Wasserrad, ein Pferd oder durch Dampf in Betrieb gesetzt wird. Es soll uns gleich sein, was die betrachtete Maschine in Gang bringt, denn wir wollen nicht die Betriebskraft, sondern die Einrichtung, den Bau und die daraus folgende Fähigkeit der Maschine zu ihrer Leistung betrachten.

In gleichem Sinne werden wir das Herz mit einer

Druck- und Saug-Pumpe vergleichen. — Wir wissen sehr wohl, daß manches zarte Herz bei diesem Vergleich schaudern und sich sträuben wird, auch nur einen Augenblick anzunehmen, daß man statt eines Herzens eine vortreffliche Feuerspritze zwischen den Rippen haben könnte. Wir legen in der That zuviel Werth auf das, was man ein edles Herz nennt, um nicht zu wissen, daß es eine Beleidigung wäre, wollte man es nur als alleredelste Pumpe ansehen. Was ein Menschenherz erregt und lebhafter bewegt, ist auch in unsern Augen zu zarter Natur, um es blos nach Pferdekräften zu messen; obgleich es wirklich und wahrhaftig Instrumente giebt, mit welchen man, wie wir sehen werden, genau messen kann, wie kräftig die Blutwelle ist, welche durch den Druck des Herzens erregt wird, und es in Folge dessen von sehr großem wissenschaftlichen Werth gewesen ist, die Gesammtkraft des Herzens nach sehr üblicher, aber auch sehr unzarter Schätzersmethode, mit einem Worte: nach Pferdekraft abzumessen. Eine Welt, in welcher man das ganze Leben soweit als bloße Mechanik ansehen wollte, daß man einen solchen Blutwellen-Messer an alle Gefühle und Empfindungen anlegen möchte, die als Liebe oder Haß, als Jubel oder Schmerz ein Menschenherz hoch aufschlagen lassen, wäre auch uns ein Gräuel, und des Lebens innerste Geheimnisse sind auch für uns, selbst im Augenblick unserer naturwissenschaftlichen Beschäftigungen, die tiefsten und innigsten Lebensbeziehungen. Gleichwohl jedoch wird es selbst das liebevollste Frauenherz eingestehen müssen, daß der Arzt, wenn er in wärmster Theilnahme nach dem Pulse greift und dessen Schläge zählt und dessen Fülle durch leisen Druck probirt, am Ende doch nichts anderes thut, als solch' ein Blutwellen-Messer, der so roh die Stärke der innersten Maschinerie abmißt.

In Behandlung unseres Thema's indessen wollen wir

gern noch zarter als der zärtlichste Damenarzt sein, und wenn wir trotzdem das Herz neben eine Druck- und Saug-Pumpe stellen, wollen wir damit nur Folgendes ausdrücken und darthun.

Gesetzt, wir lassen das, was ein Menschenherz regt und bewegt, einmal ganz unbetrachtet und halten uns nur an die Arbeit, die es verrichtet und an die Vortheilhaftigkeit seines Baues, an die Zweckmäßigkeit seiner mechanischen Einrichtung, so finden wir an demselben nicht nur die vollste Aehnlichkeit, sondern die absolute Gleichheit mit einer künstlichen Druck- und Saug-Pumpe; und von diesem Gesichtspunkt aus wollen wir den Bau und die mechanische Vorrichtung schildern und die merkwürdigen Vorzüge kennen lernen, die es vor allen Maschinen gleicher Wirkung besitzt, welche Menschen erfunden haben.

In ähnlicher Weise wird auch das gemeint sein, was wir zum Vergleich des menschlichen Auges mit einer Camera obscura zu sagen haben. Die seelenvolle Tiefe, die im Blick des menschlichen Auges liegt, steht auch uns zu hoch, um von einer todten Camera obscura auch nur entfernt ein Gleiches zu verlangen. Liebe und Abscheu, Schmerz und Wemuth, die aus einem lebenden Auge uns entgegenstrahlen, wollen wir nicht im mindesten in einem Menschen-Kunstwerk suchen. Auch lassen wir ganz unbeachtet bei diesem Vergleich, daß das menschliche Auge noch einen Apparat hat, den Nerven-Apparat, der mit dem Gehirn in Verbindung steht und durch welchen die Bilder des Auges zum Verständniß des Geistes kommen. — Wir wollen vergleichend nur zeigen, daß selbst wenn ein Auge nichts weiter sein sollte als eine Camera obscura, es doch dies in einer Vorzüglichkeit und Meisterhaftigkeit ist, gegen welche jede noch so kunstvoll gearbeitete Maschine menschlicher Erfindung ganz und gar unbedeutend wird.

Wenn wir nun versichern, daß alle übrigen Vergleiche in eben solchem Sinne gemeint sind, so wird ein Mißverständniß hierüber nicht möglich sein, und somit gehen wir denn frohen Muthes über diese Vorbemerkung, wie man zu sagen beliebt, zur „Tagesordnung“ über.

VI. Die Lunge im Brustkasten.

Die Maschinerie des menschlichen Leibes, die wir zuerst betrachten wollen, ist die Lunge, dieses Werkzeug, welches ununterbrochen bald Luft in sich einsaugt, bald Luft von sich ausstößt; die Lunge, welche wir dieserhalb mit einem Blasebalg verglichen haben.

So eigentlich paßt der Vergleich nicht recht. So verschiedenartig man auch jetzt Blasebalge gemacht und soviel Sorgfalt man auch auf Herstellung großer künstlicher Gebläse verwendet hat, so bleibt der Blasebalg doch immer nur ein großer hohler Raum, welchen man auf der einen Seite mit Luft füllt, um sie an einer andern Stelle durch einen verengten kleinern Raum wieder hinauszupressen.

Die Luft spielt im Blasebalg selber keine Rolle; sie wird nur durch eine weite Oeffnung hinein getrieben und durch eine enge Oeffnung hinausgepreßt, damit man durch den Strom verdichteter Luft, der den Blasebalg verläßt, eine Wirkung ausüben, z. B. Feuer zur hellern Flamme anblasen kann. Die Luft hat im Blasebalg selber nichts zu verrichten gehabt, sondern verrichtet erst ihre Aufgabe, wenn sie aus dem Blasebalge hinaustritt. — Deshalb ist auch die Luft, wenn sie den Blasebalg verlassen hat, nicht in anderer Beschaffenheit als sie vor dem Eintritt in denselben war.

Mit der Lunge ist es, wie wir sofort sehen werden, nicht so. Die Lunge saugt die Luft ein, in welcher wir auf dem Erdenrund, das von Luft umgeben ist, leben; aber sie giebt sie verändert beim Ausathmen wieder.

In dieser Beziehung gleicht die Lunge schon weit eher einem gewöhnlichen Zug-Ofen, mit dem wir die Stuben heizen. Durch die kleine Zug-Klappe, die in der Ofenthür angebracht ist, strömt die Luft aus der Stube in den Ofen, sie bleibt aber nicht im Ofen, sondern es strömt in gleichem Maße wieder durch die Ofenröhre eine Luftart in den Schornstein hinaus; allein die ausströmende Luft ist von anderer Beschaffenheit als die eingeströmte gewesen. Die Luft ist im Ofen und gerade durch die Verbrennung, die sie veranlaßt hat, verändert worden und wirklich ganz in demselben Sinne verändert worden, wie die Luft in der Lunge. In beiden, in Ofen und Lunge wird, wie wir sehen werden, der Sauerstoff der Luft in Kohlensäure umgewandelt.

Da die Lunge wirklich auch zugleich ein Heiz-Apparat im Körper ist, so hat man mit vollem Recht die Lunge mit einem Ofen verglichen; und das ist's eben, worauf wir auch aufmerksam machen wollen, um zu zeigen, wie die Lunge eine gar merkwürdige Maschine ist; denn sie ist in Wahrheit Blasebalg und Ofen zugleich und noch einiges andere obenein.

Um es in Kürze einsehen zu können, was eigentlich die Lunge für Arbeit verrichtet und in welcher Weise sie dies verrichtet und wie vortheilhaft sie gebaut ist, um all' das verrichten zu können, wollen wir uns für jetzt Folgendes merken.

Die Speise, die wir lebenden Wesen genießen, verwandelt sich in unserm Körper in höchst merkwürdiger Weise in Blut; das Blut ist der Stoff, aus dem sich alle

Theile unseres Leibes bilden. Allein das Blut wird hierzu nur fähig, wenn es den Sauerstoff der Luft in sich aufgenommen und dafür eine andere Luftart, die Kohlensäure, ausgeschieden. Geschieht dies nicht, vermag das Blut nicht Sauerstoff aufzunehmen und Kohlensäure auszuscheiden, so erfolgt der Tod schon nach wenigen Minuten.

Zu diesem Haupt-Zweck, — um eben das Blut mit Sauerstoff zu versorgen, und um die Kohlensäure des Blutes fortzuschaffen — dient die Lunge, dient ihr Athmen und deshalb sagt man im gewöhnlichen Sprachgebrauch statt „Alles was da lebt", mit Recht „Alles was da athmet."

Allein so bekannt dieses in den Hauptsachen ist, so sehr falsch sind die Vorstellungen, die man sich im gewöhnlichen Leben von dem Geschäft und der Einrichtung der Lunge macht, und deshalb wollen wir uns dies merkwürdige und wichtige Werkzeug unseres Körpers etwas näher ansehen.

Die Lunge liegt im Brustkasten, in dem Kasten, der unter dem Halse beginnt und am Bauch endet. Dieser Kasten ist ganz und gar geschlossen, denn zwischen ihm und dem Bauch ist ein starkes Fell ausgespannt, das beide Theile des Leibes vollkommen absondert; dies Fell heißt das Zwergfell, dessen Erschütterung beim Lachen sprüchwörtlich geworden ist, und das auch eine sehr wichtige Rolle beim Athmen spielt.

In diesem ringsum abgeschlossenen Kasten hängt die Lunge an einer knorpeligen Röhre, welche die Luftröhre heißt und die hinten im Munde, oder richtiger im Rachen angewachsen ist. Diese Röhre ist hohl und läuft vom Rachen in den Hals, wo sie vorn bei Männern namentlich sehr fühlbar ist. Vom Hals geht sie abwärts in den Brustkasten und hier endet sie in den zwei Theilen der

Lunge, die rechts und links im Brustkasten liegen oder richtiger hängen. Da beide Theile der Lunge von gleicher Beschaffenheit sind — und nur deshalb doppelt vorhanden zu sein scheinen, damit die eine ihr Werk zur Noth verrichte, wenn die andere verletzt ist oder ganz und gar abstirbt, was gar nicht selten der Fall ist, — so wollen wir nicht von den einzelnen Theilen, sondern von der Lunge im Ganzen sprechen. Um aber vorläufig das Verständniß nicht zu erschweren und zunächst nur die rein mechanische Einrichtung des Athmens deutlicher zu machen, wollen wir annehmen, die Lunge sei ein durchweg hohler weicher Beutel, der sich aufbläht, wenn man Luft einbläst und der zusammenklappt, wenn man die Luft auspreßt.

Die Lunge hängt aber nicht ganz nackt im Brustkasten, sondern ist mit einem Haut-Ueberzug versehen, der sie vollkommen luftdicht macht. Dieser Haut-Ueberzug gehört jedoch nicht der Lunge allein, sondern ist eigentlich die Fortsetzung einer Haut, mit welcher der ganze Brustkasten und alles, was in ihm noch sonst Platz hat, austapeziert ist. Wenn man sich ein ungefähres Bild von der Haut machen will, die zugleich den Brustkasten und die in denselben hineingehängte Lunge umkleidet, so denke man sich, daß Jemand seine Hand in eine baumwollene doppelbeutelige Schlafmütze steckt und diese mit doppeltem Ueberzug versehene Hand in die Rocktasche steckt. Zwischen Hand und Rocktasche sind dann zwei baumwollene Scheidewände, die beide die Form eines Sackes haben und doch nur ein in sich selbst eingestülpter Sack sind. Denkt man sich's nun mit der Haut bei Brustkasten und Lungen ebenso, so wird man es leicht einsehen, wie es eigentlich nur eine Haut ist, welche den Brustkasten inwendig austapeziert und es nur eine Schlafmützenfalte derselben Haut ist, die den Beutel bildet, welcher die Lunge von außen tapeziert.

Und nun sind wir vorläufig so weit, daß wir zu Athem kommen können.

VII. Wie wir athmen.

Durch den Brustkasten, worin die Lunge aufgehängt ist, gehen zwar noch, wie wir sehen werden, wichtige Adern, Nerven und Röhren; auch befindet sich in demselben das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, und all' dies füllt den Brustkasten vollständig aus, so daß kein leerer Raum darin vorhanden ist; wir wollen uns jedoch für jetzt nur mit der Lunge und dem Kasten, der sie umschließt, beschäftigen und von allem Uebrigen ganz absehen; und deshalb wollen wir uns auch vorerst vorstellen, daß die Lunge allein den ganzen Raum einnimmt, um unsere Aufmerksamkeit besser auf den Mechanismus des Athmens richten zu können.

Das Athmen geschieht nun in folgender Weise.

Das Zwergfell, welches die Scheidewand zwischen Bauch- und Brusthöhle bildet, dehnt sich durch eine eigene Kraft, von der wir noch sprechen werden, nach unten der Bauchhöhle zu. Dadurch wird der Raum der Bauchhöhle verengt und der Raum der Brusthöhle in gleichem Grade vergrößert; zu gleicher Zeit dehnen sich die Seitenwände des Brustkastens, die Rippen, und erweitern gleichfalls die innere Höhlung. Dadurch entsteht rings um die Lungen ein leerer Raum. Da nun die Lunge hohl ist und ein hohles Rohr von ihr bis in die Mundhöhle hinauf geht, woselbst durch Mund und Nase Luft eindringen kann, so strömt die Luft von außen in die Lunge hinein und dehnt diese so aus, daß sie den ganzen erweiterten Raum des

Brustkastens ausfüllt. Dies nennt man das Einathmen der Luft in die Lunge.

Sobald dies geschehen, läßt die Kraft, welche das Zwergfell nach unten hin gesenkt hatte, nach; zu gleicher Zeit erschlaffen auch die Rippen-Wände des Brustkastens und ziehen sich wieder in ihre natürliche Lage zusammen. Hierdurch wird der innere Raum des Brustkastens wieder verengt, die ausgedehnte, mit Luft angefüllte Lunge hat nicht Platz und wird zusammengedrückt. So muß denn die Luft wieder durch die Röhre, die Mundhöhle, und sie strömt denn auch wirklich durch Mund oder Nase hinaus in die Welt. — Dies nennt man das Ausathmen.

Im eigentlichen Sinne ist es demnach nicht die Lunge, welche beim Athmen die Arbeit verrichtet, sondern das Zwergfell und der Brustkasten sind es, welche den Raum um die Lunge erweitern; und der Druck der Luft, welche die Erde umgiebt und schwer wie jedes Ding auf der Erde lastet, weil sie von der Erde angezogen wird, dieser Druck der Luft ist es, welcher den leer gewordenen Raum ausfüllt und die Luft in die Lunge einpreßt. Die Lunge giebt nur nach, weil sie dehnbar ist und füllt sich ganz in derselben Weise, wie sich jede Blase unter gleichen Verhältnissen füllen würde. — Ebensowenig bewirkt die Lunge das Ausathmen; denn sie zieht sich nicht zusammen und treibt die Luft aus, sondern wird nur zusammengepreßt durch Zwergfell und Brustkasten, die ihre natürliche Lage annehmen. Soweit der Raum es gestattet und die natürliche Beschaffenheit der Lunge es zuläßt, bleibt auch ein Rest von Luft in derselben zurück. Dies werden Viele unserer Leser schon bemerkt haben, wenn sie die Lunge irgend eines Thieres befühlten, denn sie fühlt sich selbst im todten Zustand luftgefüllt an und sie schwimmt auch deshalb im Wasser obenauf. — Wir werden noch sehen,

wie wichtig dieser Umstand, daß ein Rest von Luft in der Lunge zurückbleibt, für die Thätigkeit derselben im Leben ist. — Indessen hat die Lunge dennoch, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, ein feines Muskelgewebe in sich, welches bewirkt, daß die Lunge sich durch eigene Kraft um etwas dehnen und zusammenziehen kann, was die wichtige Folge hat, daß ein Loch in der Brustwand nicht sofort die Athmung ganz unmöglich macht und den Tod herbeiführt. —

Sehen wir vorerst auch von dieser eigenen Bewegung der Lunge ab und halten uns rein an die mechanische Einrichtung.

Man wird gestehen, daß diese mechanische Einrichtung der eines Blasebalges sehr ähnlich ist. Zwergfell und Brustkasten erweitern und verengen abwechselnd den Raum, den sie einschließen und lassen deshalb die Luft abwechselnd ein- und ausströmen; aber schon hierbei, bei dieser rein mechanischen Arbeit kommen Nebenumstände vor, die diese Maschinerie vor jeder künstlichen Maschine menschlicher Erfindung auszeichnen.

Die Bewegungen des Athmens werden von einer großen Reihe von Muskeln bewerkstelligt, die zugleich und in regelmäßigem Tempo ihre Arbeit verrichten. Außer dem Zwergfell, das selber eine muskelartige Wand ist und das Kunststück des Zusammenziehens und Erschlaffens versteht, sind noch die Bauchmuskeln, die Muskeln, welche die Rippen bedecken, die an den Schulterblättern und an den Schultern sitzen, wie diejenigen, welche vom Halse abwärts laufen, dabei in Thätigkeit. Es sind über zwei Dutzend Muskeln, die sich hierbei zu einem gemeinsamen gleichmäßigen Geschäft vereinigen und Nase, Mund, Zunge, Kehlkopf und Gaumen sind nebenher gleichfalls mit in dies Geschäft verwickelt. Es könnte nun scheinen, daß

dies gar ein unnöthiger Aufwand sei und eigentlich beim Athmen ein zu großer Anspruch an zu verschiedene Körpertheile gemacht werde, daß somit die Maschinerie nicht jene Einfachheit besitze, welche stets ein Zeichen der Meisterhaftigkeit des Planes ist. Allein die Erwägung einiger sehr bekannten Thatsachen wird die Zweckmäßigkeit dieses Mechanismus leicht darthun und jeden Weltverbesserer, der's einfacher haben möchte, dankbarer stimmen gegen jene Planmäßigkeit, die diese eine Arbeit so vielen Muskeln zutheilte.

Ein künstlicher Blasebalg braucht in der That nur eine bewegliche Wand, um Luft einzusaugen und auszustoßen. Allein er ist darum auch unthätig, wenn dieser ein Hinderniß entgegensteht. Der Mechanismus des Athmens aber ist in so viele Muskeln vertheilt, daß die Störung einer ganzen Partie derselben dem Athmen keinen wesentlichen Eintrag thut, wenigstens das Leben nicht gefährdet.

Daß wir beim Liegen ganz andere Athembewegungen machen als beim Sitzen, wird schon Jeder bemerkt haben. Liegt man auf einer Seite, so arbeitet die andere dafür desto kräftiger. Durch einen Stoß, einen Fall, einen Druck verletzt man sich leicht einen der Muskeln, die das Athemgeschäft besorgen; sofort setzt er sich außer Thätigkeit und überträgt den Genossen das wichtige Geschäft. Unsere jungen Damen schnüren sich den Leib oft derart ein, daß sie mit den Rippen-Muskeln und dem Zwergfell nicht hinreichend athmen können; wer hat aber nicht beobachtet, wie thätig das Spiel ihrer obern Brust- und Schultermuskeln ist, um nur den Mechanismus im Gang zu erhalten. — Man kann an Thieren jeden einzelnen Muskel, der beim Athmen thätig ist, durch ein Zerschneiden des Nervs, der ihn bewegt, unthätig machen und die

Athmung wird sofort von den übrigen Muskeln vollstreckt. — Wenn es nun auch zugegeben werden muß, daß die Maschine schon einfacher hätte im Gang gehalten werden können, so wird man hoffentlich diese Mannigfaltigkeit nicht tadeln, da sie, wie diese Beispiele zeigen, den wichtigen Zweck haben, den wichtigen Posten nicht Einem Haupt-Muskel anzuvertrauen, der, wenn ihm ein Mißgeschick zukommt, den sofortigen Tod herbeiführen würde.

VIII. Das Luftrohr der Lunge.

Nachdem wir die mechanische Einrichtung betrachtet haben, welche Brustkasten und Zwergfell derart in Bewegung setzt, daß die Lunge sich abwechselnd bald mit Luft füllt, bald diese wieder von sich giebt, wollen wir nun näher auf die Beschaffenheit der Lunge und deren Thätigkeit eingehen, die wir des leichten Verständnisses halber bis jetzt nur als einen einfachen Luftsack dargestellt haben.

Zuerst wollen wir uns aber das hohle Rohr ansehen, das vom Munde in die Lunge führt: denn auch diese Einrichtung gehört zu den merkwürdigsten Mechanismen des menschlichen Körpers, und dadurch namentlich, daß es sich in sehr gefährlicher Nachbarschaft befindet und deshalb mit besonderer Vorsicht gebaut ist, damit ihm kein Ungemach zustoße.

Die gefährliche Nachbarschaft besteht darin, daß außer dem Luftrohr der Lunge noch ein zweiter Weg vom Mund in den Körper hineinführt, und der ist die Speiseröhre, durch welche alles hinunterpassiren muß, was wir essen oder trinken.

Mit Recht macht einer der geistreichsten Physiologen die Bemerkung, daß die Menschen die Hände über dem Kopf vor Verwunderung zusammenschlagen würden, wenn sie sehen könnten, wie das Luftrohr sich noch vor der Speiseröhre befindet, wie jeder Bissen Speise, jeder Schluck Getränk über die obere Oeffnung der Luftröhre hinübergleiten muß, um in die Speiseröhre zu gelangen. Sie würden es für rein unmöglich halten, daß eine Mahlzeit so ganz ohne Ungemach ablaufen könne und ein sogenanntes Verschlucken nicht noch häufiger sei, als das richtige Schlucken, das alle Welt so geläufig versteht.

In der That würde Speise und Trank sehr leicht in die Luftröhre hineinkommen und namentlich beim Einathmen unfehlbar bis in die Lunge gelangen, wenn dies nicht durch sorgfältige Vorrichtungen behindert würde.

Die Vorrichtungen bestehen in Folgendem.

Das Luftrohr mündet nicht offen in die Mundhöhle, sondern ist schon ein Stück davor mit einer Haut verschlossen, welche nur eine feine Spalt-Oeffnung für die ein- und ausströmende Luft hat. Diese Oeffnung nennt man die Stimmritze; denn nur durch die Schwingung der Luft, welche durch diese aufgeschlitzte Haut streicht, entsteht die Stimme. Ueber dieser Stimmritze aber befindet sich noch der Kehlkopf mit sehr wunderbaren Stimmwerkzeugen, und dieser Kehlkopf, der bis in die Mundhöhle hinaufreicht, ist noch mit einem besondern feinen knorpeligen Deckel versehen, der es vortrefflich versteht, denselben zu verschließen.

Der Deckel ist eine Klappe, die vorne am Kehlkopf angewachsen ist und die sich sofort schließt, sobald von vorne von der Zunge her etwas nach der Speiseröhre geleitet wird; außerdem legt sich beim Schlucken auch noch der hinterste Theil der Zunge über den Deckel und macht

den Verschluß noch sorgfältiger. Da nun dieser Deckel beim jedesmaligen Athmen geöffnet sein muß und man während der Mahlzeit auch das Athmen nicht einstellen kann, ja, da man, wie ein Jeder weiß, bei Tisch oft erst recht gesprächig wird und außer beim Athmen noch beim Sprechen genöthigt ist den Deckel zu öffnen, so wird man einsehen, daß diese Vorrichtung mit ganz besonderen Feinheiten versehen sein muß, damit der Kehldeckel einer fröhlichen Tischgesellschaft ihren Dienst so ausübe, daß weder ein Wort noch ein Bissen seinen unrichtigen Weg nimmt.

Gleichwohl wird es schon Jedem passirt sein, daß ihm ein Ungemach begegnet und namentlich wenn man während des Essens oder Trinkens lacht, wodurch der Kehldeckel geöffnet wird. In solchem Falle dringt wirklich zuweilen ein Krümelchen oder Tröpfchen in den Kehlkopf ein, wo es einmal nicht hingehört.

Was geschieht dann? —

Nun es ist auch für diesen Fall Sorge getragen.

Die Wände des Kehlkopfes sind mit Häutchen versehen, die ganz so wie Wagentaschen angewachsen sind. Wir meinen die Taschen, welche an den Wänden unserer Droschken und Kutschen so häufig sind und nur aus einem Lappen bestehen, der unten und an den Seiten an die Wand angenagelt ist, während die obere Seite offen steht, damit man etwas hineinstecken kann. Solche Taschen sind in den Wänden des Kehlkopfes in großer Zahl vorhanden, und da das verirrte Krümelchen oder Tröpfchen sich doch nur seitwärts hindurchgedrängt hat durch die etwas geöffnete Klappe, so bleibt es in einer der Taschen stecken, und gelangt zumeist gar nicht bis zu der Stimmritze, die in diesem Punkte sehr empfindlich ist.

Aber auch in solcher Tasche hat das Krümelchen nichts zu suchen und ist deshalb keineswegs gastlich aufgenommen.

Es findet sich vielmehr hier noch eine andere Vorrichtung, die freilich nicht mehr mechanischer Natur ist, aber doch dazu dient, das Krümelchen wieder in möglichst unschädlicher Weise hinauszubefördern.

An den zahlreichen Taschen sitzen nämlich eine Reihe von Schleimdrüsen. Es sind dies feine Träubchen, die auf den leisesten Reiz einen eignen Schleim absondern, der den Kehlkopf und die dort sitzenden Stimmwerkzeuge nicht trocken und heiser werden läßt. Mit solchem fremdartigen Krümelchen machen sich nun die Drüsen ein Nebengeschäft; sie hüllen es in Schleim und machen es dadurch schlüpfrig, um sofort hinausspedirt werden zu können.

Dies Geschäft des Hinauswerfens wird nun zunächst von dem Kehldeckel eingeleitet, dessen Unvorsichtigkeit das Hineinschlüpfen möglich gemacht hat. — Sofort, wie man sich verschluckt hat, schließt er den Kehlkopf zu, damit vorerst nicht noch mehr Unheil angerichtet wird. Hierauf stemmt sich die zum Ausathmen bereite Luft gegen den verschlossenen Kehldeckel und weil er sich nicht willig öffnet, wird er von der gepreßten Luft gewaltsam aufgeschleudert, wobei die Stimmwerkzeuge den bekannten Ton von sich geben, den man Husten nennt. Mit diesem plötzlichen gewaltsamen Hinausschleudern der Luft wird auch das in Schleim gehüllte Krümelchen meist hinausgestoßen, und dann ist es gut. Geschieht dies aber nicht sogleich, wie etwa, wenn das Krümelchen noch zu fest in einer Tasche sitzt, so schließt der Kehldeckel wieder die Bude zu, das vorige Stück wiederholt sich, man muß nochmals husten, bis der Zweck erreicht und der fremde Körper aus der Luftröhre entfernt ist.

Aber nicht dies allein ist Aufgabe des Kehldeckels, sondern er verschließt sich auch in vielen Fällen, wo man im Begriff ist, eine giftige Luftart einzuathmen. — Freilich

geschieht dies nicht bei allen giftigen Luftarten, wie es denn allbekannt ist, daß alljährlich Viele durch unvorsichtiges Schließen der Ofenklappe am giftigen Kohlendunst ihr Leben einbüßen. Würde sich hier der Kehlkopfdeckel verschließen, so würde ein unwiderstehlicher Husten die Unvorsichtigen vor Unglück bewahren. Dieser Husten erfolgt bei einigen andern Gasen und rührt wahrscheinlich von einem heftigen Reiz her, den sie auf den Kehlkopf ausüben. Wir müssen zufrieden sein, daß uns mindestens in einzelnen Fällen solch' ein Liebesdienst erwiesen wird von einer Maschinerie, die nur sehr nebenher beim Athmen beschäftigt, die aber hinreichend von der Sorgfalt Zeugniß ablegt, mit welcher diese Maschine vor Schaden gewahrt ist.

IX. Die Lunge wie sie wirklich ist.

Wenden wir uns nun zum Bau der Lunge, so werden wir sogleich sehen, wie gut es ist, daß sie durch die erwähnten Vorrichtungen vor dem Eindringen fremder Bestandtheile geschützt ist.

Die Lunge ist kein hohler Luftsack, sondern ein äußerst merkwürdiges Gewebe, dessen hohle Gänge ganz eigenthümlich gebaut sind. Man wird sich am leichtesten hiervon eine Vorstellung verschaffen, wenn man sich Folgendes denkt.

Gesetzt wir haben eine Lunge vor uns, so können wir uns denken, daß Jemand geschmolzenes Wachs hineingießen kann, so daß dies allenthalben hinfließt, wo die Luft in natürlichem Zustand eindringt. Stellen wir uns vor, daß man eine solche ausgefüllte Lunge erkalten und dann durch irgend ein künstliches Mittel das ganze Lungengewebe schnell

abfaulen läßt, so würde man eine erstarrte Wachsmasse zurückbehalten, die genau die Form der Luftwege der Lunge angenommen hat.

— Wie würde diese Wachsmasse aussehen?

Ganz so wie ein Baum, auf welchem statt der Blätter sehr kleine Kirschen wachsen.

Das Wachs aus der Luftröhre würde den Stamm des Baumes vorstellen; dort wo die Luftröhre in die rechte und linke Lunge sich theilend übergeht, würde der Wachsbaum zwei Hauptäste zeigen. Von jedem Ast gingen dann kleinere Aeste, von jedem kleineren Aste liefen Zweige aus, von jedem Zweige Stengel und jeder Stengel würde mit einer kleinen Kirsche enden.

— Wie groß würde dieser Wachsbaum sein?

Ganz so groß wie die Lunge, wenn sie mit Luft gefüllt ist. — Die Luftwege der Lunge bilden wirklich einen hohlen Baum; aber so fein gezweigt und vollgepfropft mit hohlen Früchten, daß sie durch und durch dicht gedrängt aneinander stehen. Die Feinheit des Gezweiges ist so außerordentlich, daß wenn man wirklich im Stande wäre, solch' einen Wachsbaum zu machen, man genöthigt wäre, die allerschärfsten Vergrößerungsgläser anzuwenden, um das Gezweige zu erkennen. Wir würden an solchem Kunstwerk nur die größern Stämme und Aeste als solche ansehen, während das überüppige reiche feine Gezweige sammt den Stengelchen und Früchten uns nur wie eine unentwirrbare Filzmasse erscheinen würde.

Das hohle Gezweige der Lunge ist so außerordentlich reich, daß man berechnet hat, es würde die Lunge, wenn sie ein Sack mit einigermaßen dicken Wänden wäre, nicht viel mehr Luft aufnehmen können als es jetzt der Fall ist.

Beim Einathmen füllt sich nun dieser hohle Baum mit Luft; wir haben also in einer Minute an die zwanzig-

mal, welche wir in dieser Zeit einathmen, einen wirklichen Luftbaum in der Brust. Wenn wir ausathmen, quetschen wir den Baum zusammen und die Luft tritt aus demselben aus.

Dieser hohle Baum, oder richtiger, die baumartigen Luftwege sind jedoch mit einem äußerst feinen Häutchen austapeziert, so daß die Luft nicht weiter vordringen kann, als diese Tapete es erlaubt. Ferner haben wir es uns noch zu merken, daß die Luftwege auch in der Beziehung einem Baume ähnlich sind, daß die Aeste, Zweige, Stengel, Früchte nur von der Stammseite mit einander verwachsen sind, während die andern Enden frei und unverwachsen mit einander bleiben. — Hieraus folgt, daß die Luft in der Lunge nicht zirkulirt, nicht einen Kreislauf macht, sondern auf demselben Wege zurück muß, wo sie hineingedrungen ist.

— Wozu aber dient diese merkwürdige Einrichtung?

Nun das werden wir gleich sehen; wir müssen nur vorher noch zeigen, daß außer diesem hohlen Baum noch ganz etwas anderes in der Lunge vorhanden ist.

In dem Brustkasten haben wir auch das Herz, und vom Herzen aus geht eine dicke Ader gleichfalls in die Lunge hinein. Hier in der Lunge theilt und verzweigt sich diese Ader in immer feinere und feinere Aederchen, bis sie so fein werden, daß sie ebenfalls nur mit den schärfsten Vergrößerungsgläsern gesehen werden können. Diese Aederchen, die man ihrer Feinheit halber Haargefäße nennt, laufen nun kreuz und quer um das Gezweige des Luftbaumes, sie schlängeln sich allenthalben durch und ringeln sich schlangenartig um die kleinen Kirschen, die erwähnten Früchte des Luftbaumes, so daß der Luftbaum wirklich von den feinen Gefäßen innig umwickelt ist. Man könnte demnach dieses Ader-System mit einer millionenfach ver-

zweigten Schlingpflanze vergleichen, welche sich um den Baum windet. Aber es ist dies darum nicht einer Pflanze gleich, weil die Aederchen nicht hier enden; sie zweigen sich vielmehr, nachdem sie den Baum in allen Theilen umschlungen haben, wieder zusammen zu größerem Geäder, bilden sodann größere Aderstämme und laufen endlich in vier Abtheilungen wieder in's Herz. —

Die Adern, von denen eine vom Herzen kommt und in die Lunge hineingeht und vier aus der Lunge kommen und zum Herzen zurückführen, bilden ein einziges völlig geschlossenes Kanal-System, das zwar bis aufs allerfeinste verzweigt ist, aber nirgend eine Oeffnung hat. Es umwindet die Luftwege außerordentlich innig; aber es durchbricht sie nicht, durchdringt nicht die Haut, welche die Luftwege inwendig austapeziert. Die Luftwege wiederum liegen enge mitten in den feinsten Schlingen des Adersystems; aber nirgend wird eine Wand dieses Adersystems von den Luftwegen durchbrochen.

Das Herz — dessen Thätigkeit wir noch näher kennen lernen werden — preßt nun mit einem Druck spritzenartig Blut in die Ader. Das Blut stürzt von immer neuen Blutwellen, die aus dem Herzen getrieben werden, durch die Aeste der Adern, durch die feinern Zweige und die feinsten Röhrchen. So fließt denn das Blut in seinen Aederchen, die sich um die Luftwege schlängeln, immer weiter, bis es wieder den Rückweg nimmt durch die zusammenlaufenden Kanäle, und zusammenströmend in die Adern, die zum Herzen zurückführen, durch diese in's Herz zurückgesogen wird, um dort weiter expedirt zu werden.

— Wozu nützt dieses Kanal-System?

Nun das werden wir sogleich näher zeigen!

X. Art und Zweck der Lungenthätigkeit.

Wir haben es bereits ausgesprochen, daß man nicht umsonst „Leben" und „Athmen" für gleichbedeutend ansieht; denn durch das Athmen wird zunächst jene fortdauernde Thätigkeit des Leibes unterhalten und möglich gemacht, welche man Leben nennt.

Nachdem wir die Einrichtung der Lunge etwas näher kennen gelernt haben, wird uns das was in ihr und durch sie vermittelt im ganzen Körper vorgeht, leichter begreiflich werden und wir werden auch einsehen können, wie gerade solch' eine Einrichtung, wie sie die Lunge besitzt, die vorzüglichste ist, um ihren Zweck zu erreichen.

Während des Einathmens füllen sich die Luftwege der Lunge mit Luft. Diese Luft, in welcher wir leben, ist ein Gemisch von zwei Luftarten, von Stickstoff und von Sauerstoff und zwar ist dieses Gemisch so gleichmäßig allenthalben vertheilt, daß stets auf 4 Maß Stickstoff ein Maß Sauerstoff kommt. Da man nun in einer Minute ungefähr zwanzigmal athmet und mit jedem Athemzug im gewöhnlichen Zustande circa ein halbes Quart Luft in der Lunge aufnimmt, so hat man in einer Minute an zehn Quart eingeathmet, worin zwei Quart Sauerstoff enthalten sind.

Freilich hat man in derselben Zeit auch fast zehn Quart Luft ausgeathmet; aber die Beschaffenheit der ausgeathmeten Luft ist anders als die eingeathmete. In der ausgeathmeten Luft sind acht Quart Stickstoff und etwas weniger als zwei Quart Kohlensäure; dies ist eine Luftart, welche entsteht, sobald sich Sauerstoff mit Kohle verbindet.

Da nun der Stickstoff, der eingeathmet wird, keine wesentliche Rolle im Körper zu spielen scheint, so können wir diesen für unsern Zweck ganz außer Acht lassen und

nur sagen, daß beim Athmen etwas vorgeht, wodurch sich die in einer Minute eingenommenen zwei Quart Sauerstoff in Kohlensäure verwandeln.

Wie und zu welchem Zweck geschieht dies?

Hierüber hat die Wissenschaft dieses Jahrhunderts hinreichende Aufschlüsse gegeben, obwohl man sagen muß, daß Einzelnheiten noch ziemlich dunkel und der fortschreitenden Wissenschaft als Gegenstände der Erforschung verbleiben.

Was man sicher weiß, ist Folgendes.

Wir haben gesehen, daß die Lunge außer jenen baumartig gebauten Luftwegen noch ein außerordentlich feines Kanal-System in sich hat, durch welches das Blut vom Herzen aus und wieder zu diesem zurückströmt. Das Kanal-System liegt in unendlich feinen Verzweigüngen vertheilt, welche die feinen Luftwege umschlingen und umwinden. — Nun aber hat man das Blut untersucht, welches vom Herzen zur Lunge strömt und gefunden, daß dies Kohlensäure in sich beigemischt hat; ferner hat die Untersuchung des Blutes, das aus der Lunge zum Herzen zurückströmt, ergeben, daß nicht Kohlensäure darin ist, sondern daß es Sauerstoff enthält, und ist zu dem Schluß gekommen, daß der Sauerstoff, den man eingeathmet, in's Blut übergegangen, während die Kohlensäure, die ausgeathmet worden, dem Blute entnommen worden ist.

Freilich blieb es eine Zeitlang unerklärlich, wie ein Austausch zwischen Luft und Blut in der Lunge stattfinden könne, da die Luftwege wie wir wissen, mit einer eigenen feinen Haut austapeziert sind, die keine Luft durchlassen und das Blut überdem in einem völlig geschlossenen Kanal-System zirkulirt, das nirgend eine Oeffnung hat. Allein eine wichtige Entdeckung der neueren Zeit hat hierüber einen zweifellosen Aufschluß gegeben. Diese Entdeckung

lehrt, daß durch vollständig geschlossene Häute hindurch ein Austausch stattfindet, nicht nur ein Austausch von Luftarten, sondern auch ein Austausch von Flüssigkeiten.

In der That geht der Sauerstoff der Luft in den Lungen durch die feinen Häute, welche die Luftwege auskleiden, hindurch und dringt durch die dünnen Wände der Adern, welche das fortströmende Blut enthalten, während die Kohlensäure des Blutes diese Adern und die Haut der Luftwege durchdringt und in der ausgeathmeten Luft aus dem Körper entfernt wird.

Der Zweck dieses Austausches ist im allgemeinen gleichfalls klar. —

Es steht fest, daß das Herz dasselbe Blut, welches Sauerstoff aus den Lungen aufgenommen hat, mit einem kräftigen Druck durch das Adersystem des ganzen Körpers treibt; es steht fest, daß nur solches Blut, welches Sauerstoff enthält, geeignet ist zur Ernährung des Leibes, zu Bildung aller Organe; es steht fest, daß diese Bildun und fortwährende Umwandlung des Leibes der eigentlic Hergang des Lebens ist; es steht endlich fest, daß d Blut, wenn es mit Sauerstoff getränkt zu irgend eine Organ des Leibes gekommen ist, dort nicht nur das Leb anregt, sondern auch beim Rückfluß zum Herzen diejenig Stoffe mit sich nimmt, welche abgestorben und zum Leb unfähig geworden sind und einer von diesen Stoffen auch die Kohle, welche das Blut in der Form von Kohl säure mit sich führt, zum Herzen bringt und vom Her zur Lunge, durch welche sie den Ausweg hinaus in Welt nimmt.

Wir haben als mittleren Werth der Athmung u gewöhnlichen Umständen angenommen, daß man in e Minute zehn Quart einathmet, mithin zwei Quart Sa stoff verbraucht. Da das Herz ungefähr in einer Mi

siebzigmal Blut in die Lunge einströmen läßt und jedesmal etwa 10 Loth diesen Weg durchlaufen, so ist in einer Minute beinahe das ganze Blut des Körpers durch die Lungen gegangen, um mit Sauerstoff versorgt zu werden, während es zu gleicher Zeit einen Theil der abgestorbenen Masse, die Kohle, abgegeben und in die Welt hinaus befördert hat.

Das ist die Art, wie man durch die Lunge Sauerstoff einathmet und Kohlensäure ausathmet, wie man durch die Athmung das Blut lebensfähig macht und von abgestorbenen Theilen wieder befreit, wie man so zu sagen Leben einsaugt und Tod aushaucht.

Wird hiernach der wichtige Zweck der Athmung Jedem klar, so wollen wir nun zeigen, wie die Einrichtung so vorzüglich ist, daß sie an Zweckmäßigkeit jede Art von künstlicher Maschine weit übertrifft.

XI. Die sinnreiche Einrichtung.

Wenn man den Zweck der Lunge und ihrer Thätigkeit darin findet, daß in ihr dem Blut Sauerstoff zugeführt und Kohlensäure dem Blut entzogen werde, so fragt es sich, ob die Einrichtung dieses Werkzeugs unseres Leibes so ist, daß es seinem Zweck gut entspricht, oder ob man möglicherweise eine Maschine ersinnen könnte, die dieses Kunststück besser versteht?

Leider muß jeder Unpartheiische zur Beschämung der menschlichen Erfindungsgabe sagen, daß die Lunge eine vollendetere Maschinerie ist, als man jemals zu ersinnen vermocht hätte.

Fassen wir einmal die Aufgabe der Lunge im Ganzen auf, so mußte sie so eingerichtet werden, daß durch sie in

jeder Minute einige zwanzig Pfund Blut, die der erwachsene Mensch besitzt, mit Sauerstoff getränkt und von Kohlensäure gereinigt werden. — Nun ist das Tränken des Blutes mit Sauerstoff eigentlich sehr leicht. Das Blut hat nämlich eine große Neigung Sauerstoff aufzunehmen und nimmt diesen auch aus der Luft auf, sobald es mit derselben in Berührung kommt. Oeffnet man eine Ader, die kohlensäurehaltiges Blut führt und läßt davon etwas in einen Teller fließen, so bemerkt man sehr bald, daß das bläuliche Blut sich an der Luft röthet und dies geschieht eben dadurch, daß der Sauerstoff der Luft sich mit dem Blute verbindet. — Im Prinzip also ist die Tränkung des Blutes mit Sauerstoff gar nicht so schwierig; aber es praktisch möglich zu machen, daß in jeder Minute die zwanzig Pfund Blut so getränkt werden, das ist eine ungeheuere Schwierigkeit.

Bei der Berührung von Luft und Blut ist es nur die oberste feinste Schicht, welche Sauerstoff aufnimmt; das Blut unter dieser obersten Schicht kommt nicht mit der Luft in Berührung und kann nur den Sauerstoff aus derselben aufnehmen, wenn die oberste Schicht bereits in Zersetzung übergeht. Das Blut in einem Teller kann daher nur äußerst langsam mit Sauerstoff versorgt werden, da die Fläche, in welcher Luft und Blut sich berühren, nur sehr gering ist. Will man nun dennoch eine große Masse Blut recht schnell mit Sauerstoff versorgen, so muß man die Fläche, in welcher es mit der Luft in Berührung treten kann, außerordentlich groß machen. Und dieses Kunststück ist in der Lunge ausgeführt; die Fläche, in welcher sich Blut und Luft in der Lunge nahe kommen, ist ungeheuer groß, trotzdem die Lunge selber nur sehr klein ist!

— Wie ist dies möglich?

Es ist eben dadurch möglich, daß die Luftwege so außerordentlich baumartig verzweigt sind und die Blutwege sich so merkwürdig um die Luftwege herumwinden.

Um sich das recht deutlich zu machen, bitten wir, daß der Leser sich erinnere an den erwähnten Wachsbaum, der entstehen würde, wenn man die Luftwege der Lunge mit einer Wachsmasse ausfüllen wollte. Stellen wir uns solchen Wachsbaum vor, der etwa ein halbes Pfund wiegen würde, und vergleichen wir einmal, wieviel Oberfläche dieser Wachsbaum und wie wenig Oberfläche ein halbes Pfund Wachs hat, dem man eine Kugelform giebt! Der Wachsbaum ist in millionenfache Zweige getheilt, jeder dieser Zweige hat eine besondere Oberfläche, je feiner die Zweige sich spalten, desto mehr Oberfläche erhält der Baum, während die Wachskugel nur eine, und zwar die möglichst kleinste Oberfläche hat, die ihr gegeben werden kann. Denken wir uns, man tauche diesen Wachsbaum unter Wasser, so wird es Jeder einsehen, daß eine Unmasse von Wasser mit dem Wachs in Berührung kommt; taucht man dagegen die Wachskugel in Wasser, so benetzt sich nur die Oberfläche, während die innern Schichten ganz unberührt bleiben. Setzen wir den Wachsbaum dem Winde aus, so streicht die Luft durch ein millionenfaches Gezweige und auf jedem Zweigchen berühren sich Luft und Wachs; setzt man dagegen die Wachskugel dem Winde aus, so streicht die Luft nur über die oberste Fläche hin. — Es wird aus diesem Beispiel wohl leicht einzusehen sein, wie die feine Zertheilung einer Masse ihre Oberfläche ungeheuer vergrößert; um dies aber durch ein einfacheres Beispiel noch deutlicher zu machen, wollen wir uns Folgendes vorstellen.

Gesetzt wir hätten einen Apfel, der so beschaffen ist, daß er nur genießbar wird, wenn er durch und durch von

Luft durchdrungen wird, so würden wir unsern Zweck schlecht erreichen, wenn wir ihn wie er ist, an die Luft legen wollten, da er so nur an der Oberfläche genießbar würde. Richtiger würden wir schon handeln, wenn wir den Apfel durchschnitten, und in zwei Hälften der Luft aussetzten. Die Luft würde freilich auch jetzt nur die Oberfläche genießbar machen; aber durch den Schnitt hätten wir eben die Oberfläche vergrößert, und zwar um die beiden Schnittflächen. Thun wir nun mit jedem Theil dasselbe, d. h. durchschneiden wir diesen noch einmal, so haben wir wieder mit jedem Schnitt zwei neue Flächen der Luft zugänglich gemacht. Der Apfel wurde zerkleinert; aber die Oberfläche, die Berührungsfläche mit der Luft wurde vergrößert. Was folgt aber daraus? Nichts anderes als die Thatsache, daß jemehr man den Apfel zertheilt, desto größer macht man dessen Oberfläche; daß man also seine Oberfläche in's Unendliche vergrößern kann, wenn man seine Theilchen unendlich verkleinert.

Ganz so ist es mit dem Gewebe der Lunge.

Wäre die Lunge wie ein Schlauch oder eine Flasche gebaut, worin ein halb Quart Luft und eine entsprechende Masse Blut hineingeht, so würde es rein unmöglich sein, in einer Minute einige zwanzig Pfund Blut mit Luft in Berührung zu bringen, um das Blut mit Sauerstoff zu versorgen. Nun aber wo die Höhlung der Lunge in ein äußerst feines baumartiges Gezweige getheilt ist, das Millionen und Millionen Zweigchen besitzt und wiederum das Blut durch ein Kanal-System läuft, das in die allerfeinsten Röhrchen übergeht, dadurch eben ist sowohl der Luftweg der Lunge, wie deren Blutwege so außerordentlich groß an Oberfläche, daß eine so kleine Maschine wie diese Lunge ist, ein so erstaunliches Resultat in ihrer Wirkung haben kann.

Wäre man im Stande, die Luftwege der Lunge genau zu spalten, die Haut, die sie umkleidet, herauszunehmen und auf einer Fläche auszubreiten, so würde man nach ungefährer Schätzung mit der Haut einer einz'gen Menschenlunge den Fußboden eines großen Zimmers belegen können. Würde man es mit dem Kanal-System der Lunge, das Blut in sich führt, ebenso machen, so würde man eine Tapete für eine Wand besitzen. So ungeheuer groß sind die Flächen, die in einer so kleinen Maschine wie die Lunge stecken, und unleugbar deshalb stecken, damit die Lunge fähig werde, ihren Dienst zu verrichten.

Und diesen Dienst müssen wir doch noch näher kennen lernen, denn es steckt noch so manches dahinter, was Menschen-Erfindungen ihr noch lange nicht wett machen werden!

XII. Die regulirte Thätigkeit und die Nebengeschäfte der Lunge.

Der Bau der Lunge ist nicht nur so unglaublich zweckmäßig eingerichtet, daß in solch' kleinem Raum so ungeheuere Wirkungen erzielt werden können, sondern ihre Thätigkeit ist so regulirt und mit Nebenwirkungen versorgt, daß man ihre Vorzüglichkeit fast eine unübersehbare nennen muß.

Die dreiundzwanzig Pfund Blut des ausgewachsenen menschlichen Körpers müssen vom Herzen durch einige siebzig Zusammenpressungen in Zeit von einer Minute durch das Kanal-System der Lunge gejagt werden. Nennen wir diese Pressungen den Pulsschlag in der Lunge, so bringt mindestens in jeder Sekunde ein Pulsschlag mehr als zehn Loth Blut in die Lunge, die jedoch dort nicht stillstehen,

sondern in stetem Durchfließen in äußerst kurzer Zeit ihren Sauerstoff erhalten müssen. Da aber der Sauerstoff nur durch das Einathmen in die Lunge gelangt, und man nach dem Einathmen auch ausathmen muß, so würde das Blut, welches während des Ausathmens durch die Lunge läuft, keinen Sauerstoff erhalten, und somit lebensunfähig werden. — Diesem Uebelstand ist durch die Einrichtung abgeholfen, die wir bereits erwähnt haben, und zwar ist die Einrichtung folgende:

Die Lunge giebt beim Ausathmen nicht alle Luft von sich, sondern hält einen bedeutenden Theil stets zurück und zwar wie man vermuthet, in den feinen Bläschen, welche wir die Kirschen an dem Luftbaum der Lunge genannt haben. Da diese Bläschen das Ende der Luftwege sind, und diese eigentlich nie leer werden, so kann man sagen, man füllt beim Athmen nur die Stämme, Aeste und Zweige der Luftwege, also nur die nächsten Theile mit frischer Luft aus; diese frische Luft treffe in der Lunge einen alten Rest von Luft an, welcher seinen Sauerstoff fast ganz fortgegeben und dafür Kohlensäure aufgenommen; nun aber geschieht in der Lunge ein weiterer Austausch oder richtiger eine Mischung von frischer und alter Luft, und wenn man wieder ausathmet, so bleibt ein Rest von reinerer Mischung zurück, als der war, welchen man kurz vor dem Einathmen besaß.

Wahrscheinlich spielt hierbei ein äußerst feines Muskelgewebe und ein Gezweige von Bewegungsnerven, das man erst in neuerer Zeit in den Lungen nachgewiesen hat, eine besondere Rolle, und ist dies der Fall, so dürfte man sich diese folgendermaßen zu denken haben:

Wenn der Brustkasten sich verengt und die Ausathmung statt hat, dann verschließen die feinen Muskeln des Lungengewebes die Ausgänge der Bläschen, so daß

die Luft aus diesen nicht ausströmt und als Rest zurückbleibt; bevor aber der Brustkasten sich wieder ausdehnt, um das Einathmen beginnen zu lassen, öffnen die Muskelgewebe der Lungen die Ausgänge der Bläschen, der Rest der Luft strömt nun sofort in die ganze Lunge und begegnet dort einem Strom frisch eingeathmeter Luft derart, daß die Mischung des Restes und der frischen Luft recht innig ist.

Wie dem aber auch sein mag, es ist jedenfalls die Thätigkeit der Lunge so regulirt, daß ein Rest von Luft selbst beim Ausathmen zurückbleibt, um inzwischen das Blut mit Sauerstoff zu versorgen, und wie wichtig dies ist, wird man leicht einsehen, wenn man bedenkt, daß bei langsamem tiefen Athem, wie z. B. während des Schlafes oft 7 bis 8 Pulsschläge zwischen einer Einathmung und der andern vergehen, und immerhin jeder Pulsschlag neues Blut durch die Lunge treibt, das seine Portion Sauerstoff sofort erhalten muß. — Aber auch den Wachenden, die schneller athmen, ist dieser Umstand von größter Wichtigkeit. Unsere Parlaments-Mitglieder würden nicht so langathmige Reden halten können, wenn ihr Blut, das meistens schnell umläuft, nicht einen Rest von Luft in den Lungen vorfände, das es lebensfähig macht; unsere Sängerinnen würden auch aus gleichem Grunde nicht im Stande sein, so langathmige Töne von sich zu geben, wie sie thun müssen, um die Hörer zu entzücken; ja, was noch schlimmer wäre, wir würden nicht im Stande sein, unsern Hunger und Durst in langen Bissen und Zügen zu stillen, wobei die Athmung ganz unterbrochen wird, und was gewiß das allerschlimmste wäre, wir würden in schädlicher und verpesteter Luft keinen Augenblick auszuhalten vermögen, wenn wir genöthigt wären, für jeden neuen Blutstrom nach der Lunge einen frischen Athemzug zu thun.

Ist nun diese Regulirung der Lungenthätigkeit schon äußerst merkwürdig, so sind die Nebenwirkungen der Lungenthätigkeit nicht minder bewundernswerth, denn sie verrichten Dinge, die zu den allerwichtigsten Lebensprozessen gehören.

Daß die Luft, die man ausathmet, feucht ist, wird Jedermann bemerkt haben, der einmal eine Fensterscheibe anhauchte, oder dem im Winter der Schnurrbart zu einem Eiszapfen friert; daß diese Feuchtigkeit aus der Lunge kommt und zwar direkt aus dem Blute, das ist auch erst durch die Wissenschaft dieses Jahrhunderts festgestellt worden; daß aber neben dieser Bildung von Wasser in der Lunge auch hier noch der Heerd ist, worin das Feuer des Lebens angebrannt wird, das ist eine Wahrheit, welche erst die Naturforschung der neueren Zeit aufgedeckt hat.

Bei der Ausscheidung des Wassers aus dem Blute spielt die Lunge eigentlich nur die Rolle eines Filtrums. Das Wasser ist ursprünglich im Blute selbst enthalten und tritt durch die Häute der Blutwege und der Luftwege der Lunge in Art einer Ausschwitzung hindurch, wobei die auszuathmende Luft sich mit Feuchtigkeit sättigt. Ein erwachsener Mensch verliert in gewöhnlichem Wetter ungefähr ein Pfund Wasser täglich durch das Ausathmen. Diese Ausscheidung des Wassers durch die Lunge ist zwar sehr verschieden je nach der Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft, die man eingeathmet; ist die eingeathmete Luft trocken, wie z. B. im heißen Sommer oder in Zimmern, die stark durch eiserne Oefen geheizt werden, so nimmt man beim Ausathmen mehr Wasser aus dem Blute auf, weshalb man auch unter solchen Umständen stärkeren Durst verspürt; ist dagegen die eingeathmete Luft feucht, wie z. B. in regnerischen und Wintertagen, so tritt weniger Wasser aus dem Blut in die Lunge. Allein es müssen

hierbei Umstände mitspielen, die man noch nicht erforscht hat und welche die Ausathmung von Wasser hervorbringen, selbst wenn die eingeathmete Luft schon vollständig von Wasser gesättigt ist, wie z. B. in unsern Waschhäusern, wo trotz der überreichen Wassermenge in der Luft dennoch täglich 18 bis 24 Loth Wasser ausgeathmet werden.

Da jedoch bei dieser Wasserbildung die Lunge wahrscheinlich keine thätige Rolle spielt, so wollen wir in dieser Beziehung nur ihre Wichtigkeit als Filtrum hervorheben und uns zur Bildung der Wärme in den Lungen wenden, die von entschiedenstem und bedeutendstem Einfluß auf das Leben ist.

XIII. Die Lunge als Heiz-Apparat.

Noch zu Anfang unseres Jahrhunderts gehörte es zu den gangbarsten Vorstellungen, die thierische Wärme auf Rechnung einer unbekannten Kraft zu setzen, welche man „Lebenskraft“ nannte, und der man Alles zuschrieb, was man von den Erscheinungen des Lebens nicht erklären konnte.

Wunderbar genug ist in der That die gleichmäßige Blutwärme, welche man am Menschen beobachtet. Das Blut und alle inneren Theile des menschlichen Leibes sind zu allen Zeiten des Jahres, in allen Gegenden der Welt, unter allen Verhältnissen und in jedem Alter des Lebens stets circa 30 Grad warm; der geringste Verlust von Wärme, die mindeste Steigerung derselben bringt krankhafte Erscheinungen und selbst den Tod hervor, und doch konnte man sich's nicht erklären, woher diese Wärme in Ländern stammt, wo außerordentlicher Frost herrscht, und

der Mensch nicht nur durch die ganze Haut, sondern auch durch den Athem in jedem Moment einen Theil der Wärme verliert, indem er stets kalte Luft einathmet und warme aushaucht.

Auch hier war es der Wissenschaft der neueren Zeit vorbehalten, die naturgemäße Erklärung aufzufinden und jene alte Erklärungsweise zu verdrängen, die ein Räthsel stets mit Annahme eines noch größeren Räthsels, „der Lebenkraft" zu lösen trachtete. Die Naturwissenschaft wies nach, daß das Athmen gerade die Quelle der thierischen Wärme ist, und daß in der Lunge und durch ihre Vermittelung im ganzen Körper dasselbe vorgeht, was in einem Ofen geschieht, durch welchen man ein Zimmer in stets gleicher Wärme erhalten kann.

Von der Aehnlichkeit, welche die Lunge mit einem Ofen hat, haben wir bereits gesprochen; sie besteht darin, daß auch ein Ofen nur dann den Brennstoff verzehrt und in Hitze versetzt wird, wenn er einerseits Sauerstoff aus der Luft entnehmen, und andererseits die Kohlensäure, diese Verbindung des Sauerstoffs mit der Kohle, von sich geben kann. Will man einen Ofen in hellem Brand erhalten, so muß man vorn an der Ofenthür eine kleine Klappe öffnen, durch welche die Luft zum Feuer strömen, und zu gleicher Zeit muß man die Klappe zum Schornstein offen lassen, damit die Kohlensäure, die sich im Ofen bildet, hinausziehen kann. Durch die Thürklappe athmet demnach der Ofen ein und durch die Schornsteinklappe athmet er aus, und zwar ist das, was er einathmet und ausathmet, dem ganz gleich, was auch unsere Lunge aufnimmt und von sich entfernt. Aber die größere Aehnlichkeit liegt noch darin, daß ebenso wie die Verbindung der Kohle mit Sauerstoff im Ofen es ist, welche die Wärme erzeugt, eben so es in der Lunge der Fall ist.

Sie ist in der That der unmittelbare und mittelbare Ofen des Leibes.

Es ist nämlich durch die Chemie ganz unumstößlich bewiesen, daß allenthalben, wo sich Kohle mit Sauerstoff verbindet und Kohlensäure bildet, auch stets eine Erwärmung erfolgt. Die Wärme unseres Feuers ist nur eine Folge der chemischen Verwandlung, welche brennend vor sich geht. Ist diese Verwandlung sehr schnell, so entwickelt sich ein sehr hoher Grad von Wärme und zwar unter Licht-Erscheinungen und Flammen, wie dies im Ofen der Fall ist. Geht die chemische Verwandlung weniger heftig vor sich, so entwickelt sich Wärme ohne Licht und Flammen. — Die Beweise für diese Lehre hat die Chemie unumstößlich gegeben und durch tausendfache Beispiele und Berechnungen jeden Zweifel an dieser Wahrheit beseitigt.

Da nun aber in der Lunge wirklich dieselbe chemische Verwandlung eingeleitet wird wie im Ofen, da sie die Einrichtung hat, ebenso Sauerstoff aufzunehmen, wie Kohlensäure zu entfernen, da in ihr ferner schon ein Theil des chemischen Vorganges stattfindet und die Kohle des Blutes, welches zur Lunge strömt, sich in dieser mit dem Sauerstoff verbindet, so ist unumstößlich, daß in der Lunge schon Wärme entstehen muß, durch welche das Blut, wenn es zum Herzen zurückströmt, wärmer geworden sein muß, als es auf dem Wege zur Lunge war.

In der That haben Versuche nachgewiesen, daß in jenem Theil des Herzens, wo das Blut unmittelbar aus der Lunge eintritt, die größte Wärme herrscht und fast um einen Grad höher ist als im übrigen Körper.

In diesem Sinne kann man in Wahrheit die Lunge auch als Heiz-Apparat des Leibes betrachten: nur darf man sich nicht vorstellen, daß in der Lunge allein jene chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohle vor sich

geht, welche Wärme erzeugt, sondern muß bedenken, daß die Blut-Flüssigkeit, welche in der Lunge Sauerstoff aufgenommen hat, durch das Herz und dessen Stoßkraft nach allen Theilen des Körpers getrieben wird, daß es auf diesem Wege immer noch Sauerstoff übrig hat, um allenthalben Kohlensäure zu bilden und somit verbrauchte Stoffe des Leibes wieder im Blutstrom zum Herzen zu führen, damit sie von dort nach der Lunge geschickt werden. Indem nun so die Bildung der Kohlensäure zugleich im ganzen Körper geschieht, findet allenthalben, wo nur strömendes Blut vorhanden ist, auch Entwicklung von Wärme statt, und die Lunge ist nur eine Art von Hauptofen, in welchem die Verbrennung des Kohlenstoffes beginnt und sich dann allenthalben fortsetzt, wo das feine Geäder das sauerstoffhaltige Blut in innige Berührung bringt mit der absterbenden Kohle des Leibes.

Woher aber mag es wohl kommen, daß die Lunge, dieser Ofen des Leibes, im Sommer und im Winter in ganz gleicher Weise die Heizkraft regulirt und die Wärme des Blutes auf gleichem Grad der Hitze erhält?

Ueber diese Frage hat Liebig, der vorzüglichste Chemiker unserer Zeit, vortreffliche Aufschlüsse gegeben, aus denen sich erweist, wie die Lunge auch als Ofen ein wahres Meisterstück ist, und andere Naturforscher, die Liebig's Entdeckungen weiter verfolgten, haben außerdem noch den Beweis geführt, daß die Lunge auch als Spar-Ofen ein wahres Muster nützlicher Erfindung ist.

Diese wissenschaftlichen Aufschlüsse sind so bedeutend, daß wir sie ein wenig näher kennen lernen müssen.

XIV. Die Regulirung der Leibeswärme.

Die Aufklärung, welche Liebig über das Athmen gegeben hat, ist deshalb besonders so interessant, weil sie durch allbekannte Beispiele aus dem gewöhnlichen Leben das Athmen erklärt und zugleich den innigen Zusammenhang desselben mit dem Lebensvorgang recht übersichtlich macht.

Wenn es ausgemacht ist, daß das Feuer im Ofen nicht brennt, sobald kein Sauerstoff zu demselben zutreten kann, so ist es noch allgemeiner bekannt, daß der Sauerstoff das Feuer nicht unterhalten kann, sobald man nicht Brennmaterial in den Ofen einlegt.

Gleicht nun die Lunge in dieser Beziehung einem Ofen, daß durch sie der Sauerstoff einströmt, der sich mit der Kohle des Blutes verbindet, so gleicht sie auch insofern einem solchen, daß sie die Stätte ist, wo alles Blut, das seine Rundreise im ganzen Körper gemacht hat, hinströmt, um dort die gebildete Kohlensäure, wie ein Ofen durch seinen Schornstein, auszuscheiden.

Nun ist es aber leicht einzusehen, daß wenn die Wärme des Leibes wirklich von der Athmung, von der Bildung der Kohlensäure herrührt, hierbei ganz wie im Ofen nicht blos der Sauerstoff seine Rolle spielt, sondern das Brennmaterial das Hauptsächlichste ist, was die Wärme regulirt. — Was aber ist dieses Brennmaterial im Körper?

Liebig weist nach, daß das Brennmaterial des Körpers eben diejenigen Speisen sind, welche das Blut mit Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers versorgen, also mit denjenigen Dingen, welche man beim Ausathmen aus dem Körper ausscheidet. —

Liebig lehrte die Speisen, die wir genießen, in zwei verschiedene Gattungen theilen. Die eine Art Speise ist

wie z. B. Fleisch, Käse, Eier, Brod, Erbsen u. s. w., hauptsächlich zusammengesetzt aus vier Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. Diese Speise verwandelt sich im Körper in Blut und das Blut bildet daraus unsere Muskeln, Nerven und die sonstigen Theile des Körpers. — Die zweite Art Speise ist nur aus drei Stoffen zusammengesetzt. Sie enthalten Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, während ihnen Stickstoff fehlt. Diese Gattung Speise sind alle Gemüsearten, Kartoffeln, Mohrrüben, Zucker, wie auch alle Getränke, wie Bier, Branntwein, Wein u. s. w. Auch diese Speisen werden im Körper zu Blut; aber dieser Theil des Blutes ist nicht im Stande, Fleisch zu bilden, weil ihm der Stickstoff hierzu fehlt; seine Bestimmung ist vielmehr, wieder als Kohlensäure und Wasser ausgeathmet zu werden und zwar nachdem er die Rolle des Brennmaterials im Körper gespielt und die Leibeswärme hervorgebracht hat.

Es dient demnach die Speise, die wir essen, einerseits zur wirklichen Bildung des Leibes und andererseits zur Erwärmung desselben.

Nach dieser Lehre von den Speisen, die wir freilich hier nicht weiter erörtern können, sind alle Nahrungsmittel, welchen Stickstoff fehlt und die deshalb die stickstofflosen Speisen genannt werden, bestimmt den Körper zu erwärmen, oder richtiger, sie dienen vornehmlich dazu, den Kohlenstoff herzugeben, der beim Athmen aus dem Körper geht, den Kohlenstoff, der im Körper jene chemische Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht, bei welcher stets Wärme entsteht.

Hiernach läßt es sich leicht einsehen, daß die Wärme des Körpers nicht blos vom Athmen herrührt, sondern hauptsächlich von dem Kohlenstoff, den wir in unsern Speisen verzehren. Ist dieser Kohlenstoff das wirkliche

Brennmaterial des Leibes, so ist es klar, daß man wenn es kalt ist, viel Brennmaterial braucht, während man wenn es warm ist, mit wenig vorlieb nimmt. Und dies eben erklärt es ausreichend, woher die gleichmäßige Erwärmung des menschlichen Blutes stattfindet, gleichviel ob ein Mensch in heißen oder in kalten Ländern lebt. Die gleichmäßige Erwärmung rührt bei verschiedenen Klima's von den verschiedenen Speisen her, oder richtiger von den verschiedenen Portionen Kohlenstoff, die man in den Speisen verzehrt.

Im Winter ißt man mehr als im Sommer und namentlich mehr kohlenstoffhaltige Speisen als im Sommer. In heißen Ländern genießt man mehr Früchte; in kalten verzehrt man Speck und Thran mit großem Appetit. In hundert Loth Früchten sind aber kaum zwölf Loth Kohlenstoff, während in hundert Loth Speck gegen achtzig Loth Kohle enthalten sind. Da nun der Kohlenstoff das Brennmaterial des Leibes ist, so ist es erklärlich, daß der Nordländer, der seine Portion Speck verzehrt, seinen Leib an sechsmal stärker eingeheizt hat als der Südländer, der sich an einer Frucht labt; und wenn die Blutwärme des Einen eben gleich ist der des Andern, so darf dies nicht befremden, da es ja Jedermann aus eigener Erfahrung weiß, wie sein Stubenofen selbst bei der strengsten Kälte die nöthige Wärme erhalten kann, wenn er nur gehörig mit Brennmaterial versorgt wird. —

Obwohl aus Liebig's lichtvollen Lehren über Athmung und Speise hervorgeht, daß die Wärme des Leibes zugleich von der Speise regulirt wird, die wir essen, so berührt doch dieses Thema sehr innig die Thätigkeit der Lunge und deren Einrichtung, da es leicht ersichtlich ist, wie die Lunge danach gebaut sein muß, daß sie bald für viel bald für wenig Brennmaterial Sauerstoff herbeischafft, daß sie bald viel bald wenig Kohlensäure aus dem Körper entfernt, bald

voll, bald weniger voll athmet, bald schneller bald langsamer ihr Werk verrichtet.

Betrachtet man daher die Lunge als Haupttheil eines Heizapparates im Körper, so muß man ihre Einrichtung, die eine merkwürdige Regulirung bei diesem Geschäft möglich macht, ganz besonders hervorheben, und wenn wir bedenken, wieviel scharfsinnige Köpfe sich schon über die Aufgabe zersonnen haben, einen Heiz-Apparat zu erfinden, der stets eine gleichmäßige Wärme erzeugt, wenn auch das Wetter sich ändert, so müssen wir gestehen, daß ein Mensch am meisten auf seine Lunge stolz zu sein Ursache hätte, wenn sie — nota bene — seine Erfindung wäre.

XV. Wie sparsam die Natur ist.

Nicht nur die Vorzüglichkeit der Einrichtung, sondern auch die Sparsamkeit, mit welcher die Lunge und der ganze Wärme-Apparat des menschlichen Körpers angelegt, ist ein Gegenstand der Bewunderung für Jeden, der nähere Einsicht hierin gewinnt.

Wenn man bedenkt, daß die Wärme des menschlichen Körpers herrührt von der Verbindung des Kohlenstoffs im Blute mit dem eingeathmeten Sauerstoff, oder, was dasselbe ist, von der Verbrennung des Kohlenstoffs, den wir in den Speisen genießen, so läßt sich leicht die Rechnung aufstellen, inwieweit diese Heizung vergleichsweise mit sonstigen Heiz-Apparaten sparsam ist oder nicht.

Die Naturforscher haben diese Rechnung sorgfältig ausgeführt und folgendes Resultat gefunden.

Ein erwachsener Mensch athmet täglich etwa zwei Pfund Kohlensäure aus. Hierzu, um diese zwei Pfund

Kohlensäure im Körper zu bilden, muß sich ungefähr ein halbes Pfund Kohlenstoff mit Sauerstoff verbinden; und die hierbei entstehende Wärme wird dem Körper zu Gute kommen.

Fragt man nun, wieviel Wärme kann überhaupt ein halb Pfund Kohlenstoff oder reine Kohle bilden, so ergiebt sich aus anderweitigen Versuchen, daß jedes Loth Kohle beim Verbrennen ungefähr 200 Loth eiskaltes Wasser bis zu 30 Grad erwärmen kann, vorausgesetzt, daß die Vorrichtung so vortrefflich ist, daß auch nicht ein bischen Wärme anderweitig verloren geht. Hiernach müßte bestenfalls ein halb Pfund Kohlenstoff 3200 Loth oder 100 Pfund eiskaltes Wasser bis zu 30 Grad erwärmen können und vorausgesetzt, daß die Erkaltung äußerst gering ist, würde ein sehr geringer Zuschuß von Kohle hinreichen, das Wasser stets in dieser Wärme zu erhalten.

Bedenkt man nun, daß das Gewicht des ausgewachsenen Menschen mehr als 100 Pfund beträgt, daß der Mensch durch die Ausathmung eine große Masse Luft, die er kalt eingeathmet, warm von sich giebt, daß er kalte Speisen und Getränke genießt, die gleichfalls im Körper bis zur Blutwärme erhoben werden müssen, so muß man gestehen, daß das eine halbe Pfund Kohlen, welches er täglich in seinen Speisen einnimmt, ein außerordentlich geringer Verbrauch von Brennmaterial ist, ein so geringer Verbrauch, daß nur die Vorzüglichkeit des Heiz-Apparates und der sonstigen Einrichtungen, die die Abkühlung verhindern, diese Erwärmung möglich macht.

Wir dürfen jedoch unserm Thema zu Liebe nicht Thatsachen verschweigen, die auf eine zweite Quelle der Wärme im menschlichen Körper hindeuten. Es ist nämlich sehr wahrscheinlich, daß nicht alles Wasser, das wir aus dem Körper ausscheiden und vornehmlich in Schweiß und Athem

von uns geben, unmittelbar dasselbe ist, welches wir in den Speisen und Getränken aufnehmen, sondern daß sich im Körper wirklich Wasser bilde und zwar durch Verbindung von Wasserstoff mit einem Theil des eingeathmeten Sauerstoffs. Nun aber ist es ausgemacht, daß bei der Bildung von Wasser ebenfalls Wärme entsteht, und hiernach muß man freilich diesen Theil der Wärme abziehen, wenn man die aus dem Kohlenstoff entstehende Wärme in ihrer Wirkung auf den Körper betrachtet. — Indessen kennt man die Wärme, welche durch Wasserbildung im Körper entsteht, nur schätzungsweise und darf nicht unbeachtet lassen, daß das als Schweiß austretende Wasser eine Abkühlung des Körpers an der Haut bewirkt und demnach ein Theil der Wärme, welche das Wasser bei seiner Bildung im Körper entstehen läßt, wieder verloren geht bei dem Austreten aus dem Körper. — Somit verbleibt die eigentliche Quelle der Erwärmung hauptsächlich der Verbrennung des Kohlenstoffs, dessen Sparsamkeit wir also zu bewundern volle Ursache haben.

Die Naturforscher haben noch eine andere Rechnung angestellt, die nicht minder interessant ist und die wir, obgleich sie nicht direkt hierher gehört, beiläufig unsern Lesern vorführen wollen.

Es wird wohl Jeder, der darüber nachdenkt, wie unsere Speise nicht nur zur Bildung unseres Leibes, sondern auch zugleich zur Erwärmung dient, auf den Gedanken kommen, ob nicht auch die Kraft, die wir im Körper besitzen, mit der Wärme im Zusammenhang steht und unsere Speise, dieses Brennmaterial des Leibes nicht auch verglichen werden muß mit dem Brennmaterial einer Dampfmaschine, welche die Kraft der Dampfmaschine erzeugt?

Dieser Gedanke ist nur zum Theil richtig. Die Wärme ist zwar eine nothwendige Bedingung zur Kraft unserer

Muskeln; aber sie wirkt nicht als Kraft wie in der Dampfmaschine. Was unsern Muskeln Kraft verleiht, ist — wie wir noch später einmal unsern Lesern zeigen wollen — Etwas, das mit Elektrizität die größte Aehnlichkeit hat, ja es ist höchst wahrscheinlich Elektrizität selber. — Gleichwohl haben Naturforscher einmal die Rechnung angestellt, welche Kraft man wohl im Stande wäre, durch Maschinen zu erzielen mit demselben Kohlenstoff, den ein Mensch zu seiner Leibeswärme bedarf, oder um es deutlicher auszudrücken: die Naturforscher haben sich gefragt: wenn wir das, was ein Mensch an Kraft besitzt, ersetzen wollen durch eine Maschine, wird diese mehr oder weniger Heizmaterial, das heißt Speisung an Kohle gebrauchen?

Die Antwort auf diese Frage ist folgende.

Eine Menschenkraft ist ungefähr eine sechstel Pferdekraft; nun ist es eine bekannte Erfahrung, daß je größer eine Maschine ist, desto weniger Brennmaterial verbraucht sie pro Pferdekraft. Der Unterschied ist so groß, daß eine Maschine von Einer Pferdekraft 20 Pfund Kohlen stündlich verbraucht, während eine Maschine von 100 Pferdekraft für jede Pferdekraft nur 5 Pfund, also im Ganzen nur 500 Pfund stündlich verzehrt. Hieraus geht hervor, daß je kleiner die Maschine ist, desto theurer sie im Heizmaterial wird. Eine Maschine von ein sechstel Pferdekraft, also gleich einer Menschenkraft würde bei der kunstvollsten Einrichtung immer noch über 4 Pfund Kohlen stündlich brauchen. Da nun aber ein Mensch mit einem halben Pfund Kohlenstoff hinreichend auf 24 Stunden versorgt ist, so findet es sich, daß die menschliche Maschine in ihrem Brennmaterial an zweihundertmal sparsamer ist als jede andere durch Wärme getriebene künstliche Maschine.

XVI. Ein Baum, eine Tonne und eine Lunge.

Bevor wir unsere Betrachtung über die Lunge beschließen und zu andern Organen des Leibes übergehen, wollen wir uns nur noch in der Welt umsehen und nachsuchen, ob sich wohl in der Natur etwas findet, das im Bau so vortheilhaft eingerichtet ist wie die Lunge, und ob Menschenkunst irgend etwas hervorgebracht, das wenigstens dem Prinzip nach einige Aehnlichkeit mit derselben hat.

Was wir auf diese selbstgestellte Aufgabe zur Antwort geben, wird einem sehr großen Theil unserer Leser im ersten Augenblick äußerst sonderbar vorkommen, und doch ist diese Antwort sachgemäß und richtig, wie eine kleine Betrachtung zeigen wird.

Die Antwort lautet:

Das natürliche Ebenbild einer Lunge und zugleich ihr Gegenstück ist ein Baum. — Das künstliche von Menschen hervorgebrachte auf gleichem Prinzip gebaute Seitenstück einer Lunge ist das Faß einer Schnell-Essig-Fabrik!

Daß die Luftwege einer Lunge baumartig gebaut sind, das haben wir bereits näher dargethan; bei jedem Athemzug, mit welchem wir die Lunge füllen, vertheilt sich die Luft baumartig in den Lungengängen und es entsteht in uns ein wirklicher Baum aus Luft. Vergleicht man die Gestalt dieses Luftbaumes mit einem wirklichen Baum, so findet man in ihnen die allergrößte Aehnlichkeit, ja fast eine Gleichheit. Geht man aber auf den Grund dieses übereinstimmenden Baues und dieser Gleichheit der Gestalt ein, so findet man, daß gerade in dieser Gleichheit auch das entschiedene Gegentheil der Bestimmung ausgeprägt ist.

Zu welchem Zweck ist wohl ein Baum so sonderbar

geschaffen, daß er, der als Stamm aus der Erde emporragt, sich oben theilt in Stämme, Aeste, Zweige, Sprossen, Stengel und Blätter? — Die Naturwissenschaft der neuern Zeit giebt hierauf die richtige Antwort, daß diese Verästelung und außerordentliche Theilung deshalb nothwendig ist, damit der Baum durch eine ungeheure Oberfläche mit der Luft in Berührung komme. Denn der Baum kann ohne Luft nicht leben. Ein Baum muß athmen. Er nimmt Kohlensäure aus der Luft auf und haucht dafür Sauerstoff aus. Dies aber kann er nicht, wenn er nicht in jedem Augenblick mit außerordentlich viel Luft in Berührung steht, wenn er sich nicht in eine ungeheure Oberfläche theilt, und deshalb stirbt auch ein Baum ab, wenn man ihn der Blätter in der Zeit des Sommers beraubt.

Was aber macht der Baum mit dem, was er einathmet? — Diese Luftart, die Kohlensäure, geht in die Säfte über, welche sich in den Zellen des Baumes befinden; diese Luftart ist ein Theil seiner Nahrung; den Kohlenstoff behält der Baum zurück und bildet dadurch die kohlenreiche Holz-Zelle, die uns so treffliche Dienste leistet, während er den Sauerstoff zurückgiebt und wieder aushaucht. —

Der Bau und das Athmen eines Baumes hat also offenbar große Aehnlichkeit mit dem Bau und dem Athmen einer Lunge. Aber es ist dies eine Aehnlichkeit zweier Dinge, die auf ihr Gegentheil in Einrichtung und Ziel hinausläuft.

Ein Baum ist eine ungeheure Vertheilung einer einstämmigen M a s s e; in der Lunge findet sich die ungeheure Vertheilung und Verzweigung eines l e e r e n R a u m e s. Ein Baum streckt seine saftreichen, blutreichen Aeste in die Luft hinein, die ihn umgiebt; in der Lunge ist das Gegentheil der Fall: es erstrecken sich luftige Aeste hinein in

eine blutreiche Umgebung. Der Baum ist ein Gebilde, wo die Luft von außen und der Lebenssaft innen ist; in dem Luftbaum der Lunge ist die Luft innerhalb des Baumgezweiges und der Lebenssaft, das Blut, befindet sich außerhalb in der Umgebung desselben. Und wie sich schon hierin bei aller Gleichheit des Baues ein Gegentheil der Einrichtung zeigt, so ist dies auch in dem Stoff der Fall, der in beiden Fällen ein- und ausgeathmet wird. — Die Lunge athmet Sauerstoff ein; der Baum athmet Sauerstoff aus. Die Lunge athmet Kohlensäure aus; der Baum athmet Kohlensäure ein! — Die Lunge fabrizirt Kohlensäure und bildet die Bluterwärmung; der Baum zerlegt Kohlensäure und versetzt dadurch seine Säfte in jene Kühlung, welche Blätter und Früchte stets kälter macht als die heiße sie umgebende Sommerluft.

Die innige Beziehung, die hierin zwischen Thierreich und Pflanzenreich liegt, ist jetzt allgemein anerkannt; für unser Thema indessen mag es genug sein, wenn wir unsern Lesern den Gedanken nahe gebracht haben, daß der Baum ein Ebenbild und zugleich ein Gegenstück der Lunge und als ein Gebilde dasteht, das mit dem Wesen der Lunge sehr nahe verwandt ist. —

Welche Aehnlichkeit aber hat das Faß einer Schnell-Essig-Fabrik mit einer Lunge?

Die Aehnlichkeit ist nicht größer als die eines Schiffes mit einem Fische, als die eines Luftballons mit einem Adler, als die einer Lokomotive mit einem Pferde, oder überhaupt die eines Naturwesens mit einem Gebilde der Menschenhand. Wir haben auch nicht die Aehnlichkeit, sondern nur die Gleichheit im Prinzip behauptet, und dies beruht auf Folgendem.

Aus sehr verdünntem Branntwein macht man jetzt außerordentlich leicht und schnell Essig. — Zu diesem

Zweck füllt man ein großes Faß mit Hobelspänen, die man in Essig hat feucht werden lassen. Sodann trifft man die Einrichtung, daß ein Gemisch von Wasser und Branntwein langsam oben in die Tonne einfließt und sich auf die Hobelspäne vertheilt. Das fließt nun langsam von Span zu Span und wenn es unten am Boden der Tonne ankommt, ist es Essig geworden.

Woher kommt diese Verwandlung?

Mit kurzen Worten daher, daß die Tonne noch besondere Löcher oben und unten hat, durch welche die Luft hindurchstreicht. Die Luft und in ihr der Sauerstoff, geht also an der fein vertheilten ungeheuer großen Oberfläche der Hobelspäne vorüber und bewirkt in derselben Weise ein Sauerwerden des in seiner Schicht vertheilten Branntweins, wie Bier und Wein sauer werden, wenn sie der Luft ausgesetzt sind. Daß dies ein chemischer Vorgang ist, das ist bekannt und die Chemie erklärt dies auch vollständig. Dabei entsteht auch zugleich in der Tonne ein hoher Grad von Wärme, der den Luftzug befördert, und gegenwärtig ist die ganze Einrichtung schon so gut getroffen, daß es ein wahres Vergnügen ist mit anzusehen, wie so eine Tonne unten Luft einathmet und oben ausathmet und inzwischen eine chemische Veränderung einer Flüssigkeit vor sich geht, die sich mit Sauerstoff verbindet und zugleich eine Wärme erzeugt, die der Wärme des Blutes sehr nahe kommt. —

Die Aehnlichkeit einer solchen Tonne mit unserer Lunge besteht nun darin, daß es ausgemacht ist: wenn unser Herz statt des Blutes verdünnten Branntwein in die eine Seite der Lunge einpumpte, so würde auf der andern Seite der allerschönste Essig in's Herz fließen, und es ist nicht übertrieben, wenn wir sagen: die Fabrikation der kleinen Lunge

würde so stark sein, wie die einer Tonne, in welche sechs Mann hineinkriechen können.

Genug für jetzt! — Wir haben viel Respekt vor Menschen-Erfindung; aber vor der Erfindung einer Lunge, da stockt einem der Athem. Und diese Erfindung ist alt, alt, so sehr alt! — —

XVII. Ein menschliches Herz vor einem Menschenherzen.

Schon im gewöhnlichen Leben spricht man vom Herzen weit mehr als von der Lunge und mißt ihm eine tiefere Beziehung zum Gesammtleben bei als sonst irgend einem Organ des Leibes.

Wer, der gelebt und geliebt hat, weiß es nicht, daß das „Herz voll Sehnsucht ist“, daß es „in Traurigkeit versinken“ kann, daß es in „Schwermuth untergeht“, daß es „von Gedanken gepreßt wird“, daß ein „Gefühl es niederdrückt“, daß ein „Schmerz es zerreißt“, daß „ein Weh es vernichtet“, daß „eine Hoffnung es aufrichtet“, daß „eine Erwartung es erfüllt“, daß „eine Freude es durchschauert“, eine „Wonne es durchbebt“, daß eine „Glückseligkeit es taumelnd macht“, daß eine „Gewährung es aufjauchzen“ läßt? — Wer spricht nicht von einem guten, einem weichen, einem schlechten, einem harten, einem warmen, einem kalten, einem treuen, einem treulosen, einem erbarmungsreichen, einem strengen, einem schwarzen, einem lautern, einem trüben, einem reinen, einem muthigen, einem feigen, einem edlen, einem elenden, einem frommen, einem sündigen Herzen? Wer weiß es nicht, wie man Alles, was der Mensch ist und was der Mensch vermag, Alles

was er begehrt und Alles, was er zerstört, seinem Herzen und nur seinem Herzen zuschreibt?

Lohnt es sich hiernach nicht der Frage: welche Gestalt würden wohl die Menschen einem Menschenherzen andichten, wenn sie nicht aus Erfahrung und vom Hörensagen wüßten, wie ein Herz aussieht? —

Wahrlich, wer im Leben je ein Herz vermißt, ein Herz gesucht, ein Herz gefunden, ein Herz verloren hat, er erschrickt und tritt entsetzt zurück, wenn er ein Herz, ein Menschenherz zumal, in Wirklichkeit vor sich sieht.

Aehnlich mag es einem Sohn der Wildniß ergehen, der fern aller Kunst und Kultur, von dem Leben und Streben gebildeter Nationen Kenntniß erhält und voll schwärmerischer Sehnsucht den Wunsch ausspricht, mit einem Sprung mitten in das innerste Getriebe unserer fortgeschrittenen Zeit versetzt zu werden; ähnlich mag es einem solchen ergehen, wenn er plötzlich in eine thätige Maschinenbau-Anstalt versetzt wird, wo Räder verwirrend übereinander laufen, Kohlenstaub und Dampf und Oelgeruch die Luft schwängern, Hämmer erdröhnen, Stanzen den Boden erzittern lassen, Eisenmassen unter Hobelbänken schrillen, Luftgebläse stöhnen, Dampfpfeifen das Ohr zerreißen und Kolben wie in hartherziger Wuth in Cylindern herumstampfen. Wer wird es diesem verdenken, wenn er in Unkenntniß des innern Zusammenhanges irre wird an Kunst und Kultur und schaudernd sich zurückwünscht in die Wildniß, in welcher er ein Geistesleben sich gar anders erträumt hat! —

Erschrickt ein sinnendes Menschenherz vor dem Anblick eines menschlichen Herzens, so ist er in gleichem Irrthum befangen. Wie der Sohn der Wildniß vor all' dem Mechanismus die Kulturfäden nicht sieht, die die geistigen und moralischen Mächte dieses Treibens sind, so sehen auch

wir bis jetzt nicht die zarten Fäden, welche ein Menschenherz von den geistigen und moralischen Sphären her in Bewegung setzen. Auch die Naturwissenschaft steht vor dem, was man Gefühle und Empfindungen des Herzens nennt, wie ein Sohn der Wildniß; sie ist nur erst insoweit vorgeschritten, daß sie sicher weiß, wie Alles, was man bisher dem Herzen als solchem zuschrieb, eigentlich seine Stätte in dem weit räthselhaftern Gehirn des Menschen hat und daß dieses Gehirn in einer scheinbar unerschütterlichen Unbeweglichkeit und Ruhe dem nie ruhenden, durch das ganze Leben hindurch zuckenden und arbeitenden Herzen noch ein Nebengeschäft aufbürdet, in welchem es der Verkünder dessen sein muß, was unverkennbar im Gehirne wirkt.

Wenn jener Sohn der Wildniß von irren Schrecken erfaßt, dennoch den Muth hat, nach dem Urheber all' des wilden Hämmerns, Dröhnens, Pfeifens, Schrillens, Stampfens und Tosens zu fragen, so führt ihn vielleicht ein Wohlunterrichteter voll Theilnahme in einen fernen entlegenen stillen Winkel des Fabrik-Lokals und zeigt ihm wie dort am Fenster des lautlosesten Gemaches gar einsam und zurückgezogen der sinnende Meister sitzt, rechnend und schaffend, entwerfend und gestaltend; und vertraut ihm, wie der es sei, der stille Mann, der all' das Toben verursacht. — Vermag aber irgend Jemand dem Staunenden, der die innern Beziehungen nicht kennt, den Zusammenhang wie er ist, zu erklären? Oder will es Jemand dem Erschreckten verdenken, wenn er mit noch tieferm Entsetzen vor dem stumm arbeitenden Meister steht als vor dem dröhnenden und tosenden Maschinenwerk? —

Wahrlich, das einzige, was man dem Kultur-Durstigen sagen kann ist: Harre aus, bis Deine Einsicht sich erweitert, bis Du die Einzeltheile der Maschinerie erkennst,

bis Du deren Wirkung erforscht, deren Kräfte probirt, deren Einzelzwecke studirt, deren Erzeugnisse untersucht, deren Bedürfnisse überschauet hast, und Du wirst dann beginnen den Plan zu begreifen, den Zusammenhang zu erfassen, der zwischen dem stillen Manne und dem tosenden Werke herrscht. Willst Du aber dahin gelangen, so lerne ohne Erschrecken den Hammer kennen, ohne Entsetzen den Eisenhobel, ohne Schaudern die Dampfkraft, ohne Haarsträuben das Kolben-Stampfen und sei überzeugt, daß Du die Kulturfäden dann erst wirst erfassen können!

Gar erfreulich wäre es, wenn wir sagen könnten, daß die Naturwissenschaft, die vor einem lauten Herzen und einem stillen Gehirn sinnend steht, so schnell zu ihrem Ziele kommen kann, wie ein fähiger Sohn der Wildniß zu dem seinigen. Aber das dürfen wir sagen: der Rath gilt auch für die Naturforschung, und der Weg, der Jenem gezeigt, ist auch für sie der rechte; und wohl uns, daß die Wissenschaft auf diesem Wege ist.

Das Entsetzen vor dem vielbewegten Herzen führt ebensowenig zum Ziele, wie das Staunen oder Grauen vor dem unbeweglichen Gehirn. Auch das Leugnen der moralischen und geistigen Regungen, die im Herzen ihren Widerhall finden, führt zur Abirrung von der Wahrheit. Richtiger ist es, wenn wir gestehen, daß wir den innern Zusammenhang nicht kennen, der all' das beseligende oder niederdrückende Fühlen und Wollen, Empfinden und Denken des Gehirns im Herzen mitpulsen läßt. Aber ein richtiger Schritt zur Erkenntniß ist es, daß wir ohne Erschrecken zuerst die Maschine des Herzens selber betrachten, und zu dem was sie meistert, erst dann uns wenden, wenn wir ihre mechanische und physische Meisterhaftigkeit kennen gelernt haben.

Darum faß Dir ein Herz, freundlicher Leser und

wähne nicht, daß wir herzlos der geistigen Beziehungen uns entschlagen, wenn unser Thema uns dahin führt, das Herz als Pumpwerk zu betrachten. — Für jetzt muß es uns genügen, es zu wissen, daß das Herz ein Meisterstück von einer Pumpe ist. Es ist eine doppelwirkende Saug- und Druck-Pumpe, von einer Meisterhaftigkeit, die aller Menschenerfindung spottet.

Und nun: Kurzweg zur Sache.

XVIII. Der kleine und der große Kreislauf des Blutes.

In demselben Brustkasten, woselbst die Lungen liegen, liegt auch das Herz; oder richtiger: hängt auch das Herz, denn es ist das Herz wirklich an den Blut- und Schlag-Adern aufgehängt, welche von ihm ausgehen, so daß es eigentlich ein wenig herumschlenkern, sich drehen, nach der einen oder andern Seite wenden kann — und dies thut es auch und zwar sehr regelmäßig, wie wir gelegentlich noch sehen werden.

Da wir bereits wissen, wie die Lungen mit einer aparten Haut umkleidet sind, welche zugleich den ganzen Brustkasten austapeziert, so brauchen wir hier nur hinzuzufügen, daß das Herz in eben solchen Umschlag eingehüllt ist, den man den Herzbeutel nennt und der das Gute hat, daß er das sehr empfindliche Herz äußerst sanft und zart umschließt und durch seine Feuchtigkeit diesem alle Bewegungen ungehindert gestattet; außerdem aber auch noch eine gute Decke ist für den Fall, daß die linke Brustwand verwundet wird. —

Daß das Herz sehr viel zu thun hat, das wissen wir Alle. Es ruht nicht von der ersten Stunde seiner Bil-

dung im Mutterleibe bis zum letzten Schlage, der den Leib eingehen heißt in den Mutterschoß der Erde. Ja, selbst nach dem Tode kann es leicht zu zuckenden Bewegungen gereizt werden, und namentlich behält das Herz getödteter, kaltblütiger Thiere oft Stunden, ja ausgeschnittene Froschherzen sogar Tage nach dem Tode noch die Kraft der Zusammenziehung. — Betrachtet man das Herz als Maschine, so muß man also sagen, es ist eine Maschine, die bei manchen Menschen achtzig, ja hundert Jahre und drüber noch immerfort arbeitet; und das ist keine Kleinigkeit. — Wäre man im Stande, das Herz durch ein künstliches Pumpwerk zu ersetzen, so müßte man schon mindestens zwei Maschinen herstellen, um statt eines Herzens zu dienen; denn selbst wenn sie vom feinsten und allerhärtesten Stahl gearbeitet wäre, so würde doch alle fünf Jahre eine Reparatur nöthig sein und die Reserve-Pumpe müßte für diese Zwischenzeit die Arbeit übernehmen.

Was für Arbeit das Herz verrichtet, das haben wir bereits zum Theil erwähnt.

Wir haben gesehen, wie das Herz bei jedem Pulsschlag das Blut, das aus dem Körper nach dem Herzen gekommen ist, nunmehr nach den Lungen sendet. Nachdem nun das Blut in den Lungen Kohlensäure abgegeben und Sauerstoff aufgenommen hat, strömt es in vier Aesten wiederum zum Herzen zurück.

Aber, — das müssen wir uns merken — das rückkehrende Blut geht nicht in dieselbe Abtheilung des Herzens, wo es herkam, sondern in eine andere. Da das Blut jedoch vom Herzen ausging und von den Lungen wieder zum Herzen zurückkehrt, so nennt man diesen Weg einen Kreislauf, obgleich es eigentlich kein Kreislauf ist, da der Ausgangspunkt ein anderer ist als der Heimkehrpunkt. Man nennt es aber einmal so und so mag es

denn sein; wir wollen uns nur hierbei merken, daß es noch einen andern Kreislauf für das Blut giebt, nämlich den Lauf des Blutes durch den ganzen Körper, und weil dieser Weg weit größer ist als der durch die Lungen, so nennt man den Lauf durch die Lungen den kleinen Kreislauf.

Das ist aber, wie gesagt, nur ein Theil der Thätigkeit des Herzens und zwar der leichtere Theil. Die Hauptarbeit besteht darin, daß das Herz auch das Blut durch den ganzen Körper treiben muß, und da auch das der Fall ist, so nennt man diesen Lauf den großen Kreislauf.

Wenn wir nun bedenken, daß diese zwei Arbeiten vom Herzen vollführt werden müssen, und daß es zu jedem Kreislauf einen Raum haben muß, wo es das Blut aufnimmt und einen andern, von wo es das Blut weiter expedirt, so läßt sich's leicht einsehen, daß im Herzen vier Abtheilungen sein müssen: eine Abfahrt- und eine Ankunft-Station für den Lungen-, den kleinen Kreislauf und eine Abfahrt- und eine Ankunft-Station für den Körper-, den großen Kreislauf. Und so ist es auch der Fall, wenigstens beim Menschen, den Säugethieren und den Vögeln, die alle durch Lungen athmen.

Da diese zwei Kreisläufe und die hierzu dienenden vier Abtheilungen des Herzens nicht wenig Verwirrung im Kopfe derer hervorrufen, die nicht Gelegenheit gehabt haben, sich das Ding selber anzusehen, so wollen wir um recht deutlich zu sein, unsern Lesern ein paar Worte noch voranschicken, bevor wir zur nähern Darlegung der Arbeit des Herzens kommen.

Ein Herz sieht — wie Jedermann schon weiß — ungefähr wie eine Birne aus. Denken wir uns solch' ein Herz mit der Spitze unten und der breiten Seite oben,

so können wir uns vorstellen, daß es im ganzen hohl, aber durch Wände inwendig abgetheilt ist. Eine Wand, die Hauptwand, geht von oben nach unten und theilt das Herz in eine rechte und eine linke Hälfte. Diese Wand hat gar keine Thür, so daß das Blut niemals direkt aus der einen Hälfte des Herzens zur andern kommen kann. Dann aber ist noch eine zweite Wand, die die breite Seite des Herzens von der untern spitzen abtheilt, so daß vier Zimmer entstehen, rechts zwei und links zwei, und zwar auf jeder Seite eines oben und eines unten. Nun aber ist es mit den Wänden, die die obern Zimmer von den untern trennen, anders als mit der Wand, die das Herz nach rechts und links theilt. Von jedem obern Zimmer führt eine Thür nach dem untern. Diese Thüren sind eigentlich Klappen oder Fallthüren, denn sie lassen nur von oben nach unten den Eingang offen, verschließen sich aber sofort, wenn etwas von unten nach oben zurück will. Das Herz ist nun sehr vornehm; will nämlich Blut nach den untern Zimmern, so muß es zuvor in die obern, in ein Vorzimmer kommen und kann dann erst in die untere Abtheilung gelangen.

Die unteren Abtheilungen aber sind die eigentlichen Druck- oder Spritz-Werke. Die linke Seite spritzt das Blut durch die Schlagadern, durch den ganzen Körper; die rechte Seite spritzt das Blut in die Lunge. Das Blut, das im Körper mit Kohlensäure geschwängert wird, muß nun, wenn es heimkehrt, nach dem rechten Herzen und nimmt den Weg dahin durch das rechte Vorzimmer. Das Blut, das die Lunge passirt, hat Sauerstoff aufgenommen und soll in den Körper, wohin es von der linken Seite des Herzens spedirt wird; es muß also in das linke Vorzimmer. — Hiernach wird sich Jeder mit wenig Anstrengung die zwei Kreisläufe deutlich vorstellen können. Das

Blut passirt von der Lunge nach dem linken Vorzimmer; von diesem nach unten in's linke Zimmer; hier wird es ausgetrieben in den Körper; vom Körper strömt es zusammen nach dem rechten Vorzimmer, von diesem zum rechten Zimmer, um von hier wieder in die Lunge gespritzt zu werden.

Was wir Zimmer genannt haben, nennt man gewöhnlich Kammern, und da wir uns dieses Namens auch bedienen wollen, so wollen wir uns vorerst Folgendes als Merkzeichen machen.

In der rechten Kammer fließt nur das verdorbene Blut zusammen, das durch frische Luft gereinigt werden muß; die linke Kammer hat das gereinigte Blut, das den Körper lebensfähig macht. —

XIX. Der große Kreislauf.

Nachdem wir den Weg des Blutes durch die Lunge schon etwas näher kennen gelernt haben, müssen wir dem Lauf des Blutes durch den Körper eine größere Aufmerksamkeit schenken, um dadurch zu einer richtigen Vorstellung von der Thätigkeit und Wichtigkeit des Herzens zu gelangen.

Jeder Theil des Leibes bedarf des Blutes und zwar des mit Sauerstoff getränkten Blutes, um zu leben. Verhindern wir das Blut zu irgend einem Theile, zu irgend einem Gliede, zu irgend einem Punkte unseres Leibes hinzugelangen, so erfolgt der Tod dieses Theiles, dieses Gliedes oder Punktes. Umschnürt man einen Finger mit einem festsitzenden Bindfaden, der den Blutzustrom hemmt, so erfolgt das Absterben des Fingers, er wird brandig und muß abgeschnitten werden; denn soll ein Finger ein leben=

diges Glied des Körpers bleiben, so muß ihm unausgesetzt frisches Blut vom Herzen zuströmen und nach Benutzung desselben muß das Blut wiederum zum Herzen zurückfließen können. Hierbei verwandelt sich sowohl der Finger wie das Blut. Das Blut giebt dem Finger frische lebensfähige Theile ab, und nimmt abgestorbene Theile wieder davon; dadurch entsteht im Finger ein Umtausch des Stoffes, oder ein Stoffwechsel, der in Wahrheit der eigentliche Vorgang des Lebens ist.

Was wir hier vom Finger sagen, das gilt vom ganzen Leibe in allen seinen Theilen; der Leib lebt nur, so lange er den Stoff wechseln, das Tauschgeschäft mit dem Blut machen kann.

Nun aber hat es sicherlich Jedermann schon beobachtet, daß der kleinste Nadelstich hinreicht, um aus dem Finger ein Tröpfchen Blut herausströmen zu lassen; man mag hinstechen wo man will, allenthalben fließt etwas Blut aus; — es befindet sich also in allen Theilen des Fingers stets etwas Blut. Es fragt sich demnach, wo kommt dieses Blut her? welchen Weg hat es vom Herzen bis zu dieser Stelle und wie gelangt es wieder von dieser Stelle zum Herzen zurück?

Die Antwort hierauf hat erst die Wissenschaft der neuern Zeit zu geben vermocht, die mit Hilfe der Mikroskope den Bau des Körpers genau studirt und namentlich dies Studium auch auf die Körper der Thierwelt ausgedehnt hat, welche in vieler Beziehung bessere Gelegenheit bietet, um an ihr wissenschaftliche Untersuchungen zu führen. Die Antwort hierauf ist folgende.

Von der linken Kammer des Herzens geht eine große Schlagader aus, welche sich jedesmal, wenn das Herz sich zusammenzieht, mit etwas Blut anfüllt. Diese Schlagader theilt sich dann in zwei Theile, von welchen die eine nach

oben, die andere nach unten im Körper führt. Jede dieser abgezweigten Schlagadern theilt sich nun wiederum in Zweige, und von jedem Zweig gehen wiederum dünnere Zweige ab. Das alles sind nun geschlossene Kanäle, welche Blut führen und mit jedem Zusammenziehen der linken Herzkammer stets eine neue Welle Blut erhalten. Nun aber laufen all' die immer feiner und feiner werdenden Kanäle in alle Theile und Glieder des Körpers hinein und verbreiten sich hier in immer feinern Röhrchen, die stets dünner und dünner, aber auch in gleichem Maße zahlreicher und verzweigter werden, so daß man endlich mit bloßem Auge weder mehr die einzelnen Aederchen noch das Gewebe desselben sehen kann. Die Verzweigung von Aederchen ist so dicht und gedrängt, daß man in jedem Punkt, den man mit einer Nadelspitze berührt, auf eine ganze Masse kleiner Aederchen trifft; sticht man demnach mit der Nadel in den Finger, so blutet nicht etwa der Finger als solcher, sondern man hat durch den Stich, durch die Verletzung eine Partie kleiner Aederchen zerrissen, worin das Blut, welches vom Herzen herströmt, seinen Lauf hat. In den unverletzten Aederchen war das Blut in den feinen Kanälchen eingeschlossen und konnte nicht aus denselben hervortreten; jetzt wo eine Masse Röhrchen durch die feine Nadelspitze zerrissen worden, kann das anströmende Blut nicht weiter in den Aederchen, sondern tritt heraus auf die Haut, und wir sagen: der Finger blutet.

Eigentlich müßte aus solchen zerrissenen Aederchen fortwährend Blut strömen, so lange noch welches im Herzen vorhanden ist, und somit müßte jeder Nadelstich ausreichen, einen Menschen verbluten zu lassen; allein zwei Umstände sind es hauptsächlich, welche dies verhindern. Erstens gerinnt das Blut, wenn es an die Luft tritt und legt sich wie ein Pfropfen vor die Wunde; das Blut, das

nun in den Aederchen hergeströmt kommt, wird aufgehalten und stockt hier, wodurch der Riß vorläufig verstopft wird, bis die weitere Heilung eintritt. Zweitens sind die feinen Kanäle mit einander so verwebt und laufen derart einer in den andern über, daß das Blut, welches durch die jetzt zerrissenen Aederchen laufen würde, leicht einen andern Weg nimmt, sobald man durch einen Druck die Aederchen zusammenpreßt und gar kein Blut durch diesen Weg durchläßt. Es ist wohl Jedem bekannt, wie man leichte Blutungen dadurch stillt, daß man die Wunde ein wenig drückt; ja sogar noch bedeutendere Blutung wird durch Pressung und Verschließung in leichter Weise gehemmt.

Man hat sich demnach das Adersystem im Menschen so vorzustellen, daß es aus einer großen Schlagader des Herzens hervorgeht und sich dann so außerordentlich fein vertheilt und verzweigt, daß der Mensch allenthalben, wo er nur eine Nadelspitze hinsetzen kann, auf eine ganze Masse von Aederchen trifft.

Was aber wird aus den feinen Aederchen, die das Blut vom Herzen nach allen Theilen des Leibes führen? —

Die Aederchen vereinigen sich wieder und bilden dickere Röhrchen; sodann laufen viele Röhrchen zusammen und bilden vollständigere Adern. Diese Adern, die man Blutadern nennt, vereinigen sich dann und bilden Stämme, bis endlich zwei Hauptstämme, in welche all' die Adern münden, wieder in die rechte Herzkammer und zwar durch das Vorzimmer, oder die Vorkammer, eintreten, um das vom Körper herkommende Blut hier zu ergießen.

Der Zweck dieses höchst merkwürdigen geschlossenen Kanal-Systems, in welchem sich das Blut vom Herzen zu allen Theilen des Körpers hinbewegt und von diesen Theilen wieder zum Herzen zurückströmt ist der, daß dasjenige

Blut, welches durch die Athmung lebensfähig geworden ist, zum Körper geführt werde, um dessen Stoffwechsel möglich zu machen und alles, was im Körper lebensunfähig geworden ist, wieder zurückgeführt werde, um durch Ausscheidung und Reinigung wieder Lebensfähigkeit zu erhalten.

XX. Einige Haupt- und Nebenumstände bei der Arbeit des Herzens.

Da das Blut, wie wir gesehen haben, in einem vollkommen geschlossenen Kanal-System von Adern, die vom Herzen auslaufen und zum Herzen wieder zurückführen, seinen Lauf nehmen muß, so wird sich leicht die Thätigkeit des Herzens überblicken lassen, wenn wir sagen, daß dieser Lauf nur durch die Kraft des Herzens getrieben wird und nicht etwa, wie man früher meinte, von einer Lebenskraft oder einer Selbstbewegung des Blutes herrührt.

Ganz in derselben Weise wie die rechte Herzkammer mit jedem Pulsschlag eine Portion Blut in die Lunge stößt und die linke Vorkammer dies wieder aus der Lunge aufnimmt, ganz so treibt die linke Herzkammer mit einem mächtigen Druck- und Pulsschlag eine Portion Blut in die Schlagadern, die durch den ganzen Körper gehen und sich in demselben in die feinsten Gezweige verlaufen, und ganz so nimmt die rechte Vorkammer durch eine Saugbewegung wiederum das aus dem Körper hervorkommende, in den Blutadern zum Herzen hinströmende Blut in sich auf.

Das Herz ist demnach in Wirklichkeit ein fortwährend thätiges Pumpwerk. Die beiden Kammern des Herzens spritzen das Blut durch die zwei Röhren-Systeme, die durch Lunge und Körper führen, von sich aus; die beiden

Vorkammern saugen das Blut durch Blutadern aus Körper und Lunge wieder in sich ein. Das Ausspritzen geschieht von beiden Kammern immer gleichzeitig; in demselben Moment, wo ein Strom Blut zum Körper, geht auch ein Strom Blut zur Lunge; in ganz eben und demselben Moment aber haben sich die beiden Vorkammern ausgedehnt und saugen so aus Lunge und Körper eine Portion Blut aus.

Ist das geschehen, und denken wir uns einmal, daß das Herz in diesem Moment ein wenig anhält, um seinen Zustand besehen zu lassen, so würde man finden, daß die untere Spitze des Herzens, woselbst die beiden Kammern sind, zusammengepreßt und also verkleinert, wogegen die obere, die breite Seite des Herzens, woselbst die Vorkammern sich befinden, voll und prall ist, denn die Vorkammern sind voll des eingesogenen Blutes.

Sobald nun dieser Moment vorüber ist, pressen sich die beiden Vorkammern gleichzeitig zusammen und die unter ihnen liegenden Kammern erweitern sich gleichzeitig; hierbei tritt das Blut aus beiden Vorkammern in die beiden Kammern hinein und zwar durch die Fallthüren oder Klappen, die wir bereits erwähnt haben, und welche sich in den Wänden befinden, die Vorkammern und Kammern von einander trennen. — Stellen wir uns vor, daß das Herz wieder jetzt ein wenig innehält, um uns seinen Zustand sehen zu lassen, so würden wir es an seiner obern breiten Seite zusammengepreßt erblicken; wogegen sich die untere, die spitze Hälfte, woselbst die Kammern sind, ausgedehnt und strotzend von Blut zeigen würden.

Lassen wir nun das Herz weiter sein Geschäft betreiben, so wiederholt es das Schauspiel, das wir vorher gesehen haben: die Kammern ziehen sich zusammen und die Vorkammern erweitern sich gleichzeitig, um sodann das

Gegenspiel aufzuführen, in welchem sich die Vorkammern zusammenziehen und die Kammern sich erweitern, und in dieser Abwechslung, die stets Moment auf Moment folgt, beruht das große Tik-Tak des Lebens, das wir am Herzschlag an uns fühlen.

Was nun hauptsächlich unser Thema näher berührt, das ist die eigentliche mechanische Einrichtung dieses Pumpwerks, die wir für unsern Zweck mit der Einrichtung unserer von Menschenhänden gemachten Maschinen vergleichen wollen; und indem wir hierzu zu schreiten beabsichtigen, müssen wir noch einige wichtige Nebendinge besonders in's Auge fassen.

Wir haben es bereits erwähnt, daß ein erwachsener Mensch ungefähr dreiundzwanzig Pfund Blut im Körper hat. Diese Masse Blut geht ungefähr in Zeit von einer bis höchstens zwei Minuten — je nachdem der Blutumlauf heftiger oder langsamer ist — zweimal durch's Herz; und zwar von der rechten Seite des Herzens zur Lunge, von der Lunge zur linken Seite des Herzens, von der linken Seite des Herzens zum ganzen Körper und von diesem wieder zur rechten Seite des Herzens zurück. In dieser Zeit sind ungefähr 80 Zusammenziehungen und Erweiterungen erfolgt, wo bei jeder Zusammenziehung ungefähr 10 Loth Blut sowohl in's Herz als in die Lunge eingespritzt worden sind.

Ist dies aber der Fall, so folgt daraus, daß die Lungen netto immer von soviel Blut durchströmt werden als der ganze Körper; denn der Zu- und Abfluß in den Lungen geschieht ja durch das ganze Leben gleichzeitig mit dem Zu- und Abfluß des Blutes im Körper. — Gleichwohl ist die Lunge an fünfzehnmal kleiner als der ganze Körper, also der Weg, den das Blut zu durchlaufen hat, beträchtlich kürzer.

Soll nun die Maschine des Herzens wirklich einige Vollendung besitzen, und ohne Kraftverschwendung eingerichtet sein, so muß sie ohne Zweifel die Einrichtung danach haben, daß das Pumpwerk für die kleine Lunge nicht zu stark und für den großen Körper nicht zu schwach wirke.

Der zweite Umstand, auf den wir unser Augenmerk richten wollen, ist folgender.

Vom rechten Herzen führt nur eine große Schlagader in die Lunge, dagegen führen vier getrennte Blutadern von der Lunge zum Herzen und zwar zum linken Vorhof zurück. — Vom linken Herzen geht wiederum nur eine große Schlagader zum Körper; während zwei Blutadern das Blut vom Körper wieder zum Herzen zurückführen. — Wir sehen also, daß das Druckwerk nur mit einer Röhre arbeitet, während das Saugwerk mit zwei und aus den Lungen gar mit vier Röhren versehen ist. — Auch das kann nicht ohne besonderen Zweck so eingerichtet sein.

Endlich nimmt man noch einen dritten Umstand wahr, der unsere Aufmerksamkeit verdient. Die Adern, die das Blut vom Herzen fortführen, heben und senken und dehnen sich unter jedem Herzstoß und jeder Blutwelle, und bilden das was man den Puls nennt. Es heißen diese Adern auch deshalb Schlagadern, und man kann an ihnen die Schläge des Herzens zählen. Die Adern dagegen, welche das Blut zum Herzen zurückführen, haben keinen Puls und das Blut fließt nicht stoßweise in ihnen.

Auch dies muß von Bedeutung sein und mit zur Einrichtung der Maschine gehören, die wir in ihrem Wirken zu betrachten haben.

XXI. Die Wasserleitung in Berlin und die Blutleitung im Körper.

Die mechanische Einrichtung des Herzens nebst dem ganzen Blutgetriebe wird unsern Lesern leichter ersichtlich werden, wenn wir dies einmal mit einer Erfindung und Einrichtung vergleichen, die gegenwärtig unsere Stadt Berlin ganz besonders interessirt; wir meinen die Wasserleitung, die jetzt bei uns eingerichtet ist, durch welche die ganze Stadt durch unterirdische Röhren von einem Punkte aus mit fließendem Wasser versorgt wird. Der Vergleich wird uns manche weitläufige Erklärung ersparen, obgleich wir sofort sehen werden, daß in den wesentlichsten Punkten große Unterschiede hier stattfinden.

Den Haupt-Wasser-Behälter, der am Stralauer Thor steht, wollen wir uns als das Herz der Wasserleitung vorstellen. Die großen dicken Röhren, die von dort her in langen Strecken nach der Stadt und ihren Haupttheilen laufen, mögen wir uns als die großen Schlagadern denken. Minder große Röhren gehen von den Hauptröhren nach allen Seiten ab; das sollen die Schlagadern der einzelnen Glieder vorstellen. Kleinere Röhren zweigen sich nach den besondern Straßen ab; diese sollen die Pulsadern sein, die das Wasser nach allen Orten hinführen. Allein von alledem hätte man noch keinen Nutzen, wenn nicht noch feinere Röhren angebracht würden, welche das Wasser bis in die Häuser und bis in jedes beliebige Stockwerk führen. — Dies ist nun mit dem Blute ebenso der Fall. Im Herzen, in der großen Schlagader, in deren Zweigen, Stämmen und Pulsen leistet es dem Körper keine Dienste; erst wenn es in die feinsten Röhrchen kommt, die ganz und gar den Körper durchweben, erst hier giebt es seine belebende Kraft dem Leibe ab.

Auch in anderer Beziehung hat das Röhrensystem der Wasserleitung eine Aehnlichkeit mit dem System der Schlagadern. Das Röhrensystem der Wasserleitung ist so eingerichtet, daß eine jede Straße nicht blos von einem Punkte, sondern von verschiedenen Punkten aus das Wasser beziehen kann. Und dies hat auch sein Gutes; denn wäre es nicht so, so würde, wenn eine schadhafte Röhre in irgend einer Hauptstraße eine Reparatur und also eine Absperrung des Wassers nöthig machte, in einem ganzen Stadttheil der Wasserzufluß aufhören. Sobald jedoch von verschiedenen Seiten die Röhren in Verbindung treten, kann die Absperrung eines bestimmten Rohrstückes höchstens in der nächsten Umgebung empfunden werden. Dasselbe findet auch im Körper statt. Das Röhrensystem ist nicht nur von dem Stamme aus in Verbindung, sondern läuft auch in sehr vielen Punkten zusammen, und die Folge hiervon ist, daß die Verletzung einer Schlagader zwar den Blutlauf ändert und zu Nebenwegen zwingt, aber keineswegs ganz unterbricht und das Glied absterben läßt.

Nun aber müssen wir auch die Unterschiede zwischen der Wasserleitung und der Blutleitung deutlich machen; und diese sind sehr bedeutend.

Bei der Wasserleitung ist ein Hauptwasser-Behälter vorhanden, wo das Wasser durch Maschinen hinaufgepumpt wird, damit es dort in einem großen Raum stets in einer bestimmten Höhe erhalten wird. Diese Höhe ist so groß, daß sie jedes Stockwerk in Berlin überragt; steht nun eine Röhre in der Stadt mit dieser Wassersäule in Verbindung, so kann aus derselben ein kleines Rohr in den dritten und vierten Stock eines Hauses hinaufgeführt werden, und es wird daselbst das Wasser mit hinaufströmen und ausfließen, sobald der hierzu eingerichtete

Hahn geöffnet wird. Denn in jeder Röhre der Stadt wird das Wasser, wo ihm freier Lauf gelassen wird, so hoch zu steigen bestrebt sein, so hoch wie es draußen im großen Wasserbehälter steht. Das ist ein Naturgesetz, gegründet auf den Druck, welchen das in einer Säule stehende Wasser auf alle Röhren, die mit der Säule verbunden sind, ausübt. — Bei der Wasserleitung ist also wohl ein Pumpwerk vorhanden, und sogar mehr als eines; aber es dient nur das Wasser in den Behälter hinaufzutreiben und den Stand des Wassers dort immer in gleichem Maße zu erhalten.

Beim Blut ist es nicht so, und kann auch so nicht eingerichtet sein.

Das Blut wird von dem Pumpwerk des Herzens nicht in die Höhe getrieben, sondern das Pumpwerk wirkt unmittelbar auf das Röhrensystem selber; denn das Blut soll nicht blos in die Höhe getrieben werden, wie das Wasser in den Häusern, sondern muß streckenweise abwärts fließen, wie z. B. vom Herzen hinunter nach dem Leibe und den Beinen.

Ein weiterer Unterschied liegt darin, daß die Wasserleitung zwar reines Wasser in alle Theile der Stadt führt, und das dort verunreinigte Wasser durch Kanäle abfließen läßt; aber das Wasser kehrt nicht zur Wasserleitung zurück, um gereinigt zu werden. Beim Blut ist dies aber der Fall. Es fließt wieder zum Herzen zurück und wird zur Reinigung nach den Lungen geschickt, um sofort wieder benutzt zu werden.

Stellen wir uns einmal vor, daß in Berlin Wasser eine solche Rarität wäre wie im Menschenkörper das Blut, und denken wir uns hierzu die Möglichkeit, daß man das verunreinigte Wasser mit großer Leichtigkeit zu reinigen im Stande wäre, so würde unzweifelhaft die Wasserleitung

eine Einrichtung erhalten, die der Blutleitung im Körper ähnlicher wäre. — In diesem Falle würde das in den Häusern unbrauchbar gewordene Wasser durch ein zweites Röhrensystem wieder zurückgeleitet werden bis in die Nähe des großen Wasserbehälters. Hier würde es durch eine Saugpumpe angesammelt und durch ein Druckpumpwerk nach der Reinigungsanstalt getrieben werden müssen. Man würde also in solchem Falle außer dem jetzt schon eingerichteten Saug- und Druckwerk noch ein zweites brauchen, und dem entsprechend müßten vier Räume angelegt werden; einer wo das Wasser durch ein Druckwerk zur Stadt befördert, ein zweiter, wo es durch ein Pumpwerk aus der Stadt wieder zurückgebracht; ein dritter, wo es wieder durch ein Druckwerk in die Reinigungsanstalt getrieben; und ein vierter, wo es wieder aus der Reinigungsanstalt gepumpt wird, um durch das Druckwerk in die Stadt getrieben zu werden. — Und diese vier Räume würden den vier Räumen im Herzen recht ähnlich sein.

Wir sehen also, daß nur der Ueberfluß an Wasser die Ursache ist, daß man sich bei der Wasserleitung nicht auf eine Reinigung desselben nach dem Gebrauch einläßt. Man braucht also bei der Wasserleitung nicht das bedeutende Röhrensystem, das von der Stadt wieder zurückführt, und das Wasser macht deshalb auch keinen Kreislauf. Wäre man genöthigt, mit Wasser so sparsam umzugehen wie mit Blut, so würde sich ohne Zweifel die Weisheit der Menschen die Einrichtung des Blutlaufs zum Muster nehmen können, und hätte Ursache stolz darauf zu sein, wenn sie nach vielen Tausenden von Jahren etwas erfunden, was der erste Mensch schon in großer Vollendung mit zur Welt gebracht hat.

XXII. Weitere Vergleichung der Wasser= mit der Blut=Leitung.

Nachdem wir einmal den Vergleich des Blutumlaufs mit der Wasserleitung gemacht haben, wollen wir zur Triebkraft selber übergehend, den Vergleich fortsetzen, weil wir durch denselben im Stande sein werden, so Manches deutlicher zu machen, und dem Verständniß unserer Leser näher zu bringen.

Jedermann wird schon bemerkt haben, mit welcher Leichtigkeit ein Kind im Stande ist, eine Pumpe zu bewegen und einen Eimer mit Wasser zu füllen; mit welcher Anstrengung aber selbst ein Erwachsener arbeiten muß, um den Eimer Wasser durch eine Druckpumpe zu entleeren, und zwar hierbei das Wasser in einem ebenso dicken Strahl ebenso hoch zu spritzen, wie das Kind durch die Pumpe das Wasser gehoben hat. Dies ergiebt schon für den Augenschein, daß ein Pumpwerk weit leichter zu handhaben ist, als ein Druck= oder Spritzwerk.

In der That hat das seine Richtigkeit und seine natürlichen Ursachen. Bei einem Pumpwerk ist weiter nichts nöthig, als daß man einen Raum, der mit dem Wasser in Verbindung steht, luftleer macht; und thut man dies, so strömt das Wasser von selbst in den Raum hinein. Wenn man ein hohles Rohr mit einem Ende in's Wasser taucht und am andern Ende mit dem Munde saugt, so strömt das Wasser nach dem Munde. Nicht etwa deshalb, weil man das Wasser direkt ansaugt, sondern darum, weil man beim Saugen das Rohr luftleer macht und das Wasser durch eine ganz andere Kraft, durch den Luftdruck, hinaufgetrieben wird. Die Saugpumpe hat also eine sehr leichte Arbeit.

Ganz anders ist es bei der Druckpumpe. Während

bei der Saugpumpe der Luftdruck das Steigen des Wassers befördert, thut er bei der Druckpumpe das Gegentheil; der Luftdruck hindert das Ausströmen und dieses Hinderniß ist schon sehr bedeutend, es beträgt bei einem Spritzenrohr von einem Zoll Dicke schon an fünfzehn Pfund. Soll aber gar der Wasserstrahl eine bedeutende Höhe erreichen, so wirkt dem das Gewicht des Wassers entgegen, und das Spritzen wird dadurch ganz außerordentlich erschwert. Wer es weiß, wie schwer zehn bis zwanzig Mann an vorzüglichen Feuerspritzen zu arbeiten haben, wenn sie das Wasser auch nur in den ersten Stock des brennenden Hauses spritzen wollen, der wird die Schwierigkeit des Druckwerks oder Spritzenwerks nicht in Abrede stellen.

Denken wir uns nun, daß die Wasserleitung in Berlin wirklich so eingerichtet werden sollte, daß das gebrauchte Wasser aus der Stadt wieder hinaus müßte, um dort gereinigt zu werden, so würde eine Druckpumpe nöthig sein, um das Wasser zur Stadt zu pressen und eine Saugpumpe, um es wieder zurückzuholen; aber die Saugpumpe würde beim Zurückholen sehr wenig Arbeit haben, während die Druckpumpe eine ungeheure Arbeit zu leisten hätte. Es ist also klar, daß die Techniker, welche diese Wasserbauten zu leiten haben, zwar eine Saugpumpe aufstellen müßten, die in jeder Minute so viel Wasser hersaugt, wie die Druckpumpe fortpreßt; allein die Saugpumpe braucht nur ein schwaches Werk zu sein, während die Druck- oder Preßpumpe ein gewaltiges starkes Werk von bedeutender Kraft sein muß.

Blicken wir nun auf das Herz, diese Blutversorgungsanstalt von sehr, sehr alter Erfindung, so finden wir, daß es wirklich schon so weise eingerichtet ist. Das Saugwerk, der obere breite Theil des Herzens, woselbst die Vorkammern sind, die sich nur zu erweitern brauchen, um das

Blut aufzunehmen, sie haben sehr leichte Arbeit und sind auch nicht für schwere Arbeit eingerichtet. Das Muskelgefüge ist hier im Vergleich mit dem untern, dem spitzen Theil des Herzens schwach gebaut. Dahingegen sind die Muskeln dieses unteren Theiles, dieses Druckwerks so merkwürdig kräftig, so kreuzundquer und zwischendurch gefasert und gebündelt, daß man schon sieht, dieser Theil muß was leisten können; und das ist auch der Fall. Solch ein Spritzwerk, das man nicht zur Reparatur schicken kann und doch sein Menschenalter hindurch und Tag und Nacht ohne Pause arbeiten muß, das verdient so fest geschnürt und gebündelt zu sein, wie es die Kammern des Herzens sind.

Blicken wir wiederum auf die Wasserleitung, wie sie sein würde, wenn das gebrauchte Wasser aus der Stadt wieder zurück müßte zur Anstalt, um dort gereinigt zu werden, so ist es klar, daß eine zweite Druckpumpe vorhanden sein müßte, welche das unreine Wasser in die Reinigungsanstalt preßte; allein es versteht sich von selbst, daß man diese Anstalt nicht so weitläufig wie ganz Berlin, sondern möglichst klein bauen wird. — Und das ist im Körper auch der Fall. Die Blutreinigungsanstalt, die Lunge, ist möglichst klein gebaut und nur so groß eingerichtet, um in jeder Minute so viel Blut reinigen zu können, wie der Körper in gleicher Zeit verunreinigt. — Die Folge dieses Zustandes aber wird bei der Wasserleitung die sein, daß das Druckwerk, welches das Wasser nach der kleinen Reinigungsanstalt zu pressen hat, nicht so schwere Arbeit wird verrichten müssen, wie das Druckwerk, welches die weitläufige Stadt mit Wasser versorgen muß. Die Druckpumpe der Reinigungsanstalt wird also schwächer sein dürfen, als die für die Stadtröhren. Und auch diese Sparsamkeit sehen wir im Körper angewendet.

Die rechte untere Hälfte des Herzens, wo die Kammer ist, welche das Blut nach der Lunge preßt, ist netto noch einmal so leicht im Gewicht, wie die linke untere Hälfte. — Die Höhlen, die sich bilden, sind gleich groß; denn beide müssen stets gleichviel Blut aufnehmen und durch Zusammenziehung fortpressen; aber die Wände, welche die Höhlen umschließen und deren Zusammenziehung eben die Pressung des Blutes und dessen Rundlauf verursacht, sind auffallend verschieden. Die Muskelpartie der rechten Hälfte ist bei weitem schwächer, als die der linken, sowohl an Gewicht wie an Gefüge, sowohl an Dicke wie an Größe.

Aber auch auf die Legung der Röhren müssen wir einen Blick werfen, um die Lage der andern, dieser Blutröhren, etwas verständlicher zu machen.

Nehmen wir den Fall an, daß die Wasserleitung so eingerichtet wäre, daß das gebrauchte Wasser wieder zurück müßte zur Hauptanstalt, um dort gereinigt zu werden, so würde außer den Röhren, die jetzt durch die Stadt gelegt sind, noch ein zweites Röhrensystem nöthig, wo das gebrauchte Wasser hinausfließt; allein diese zweite Gattung Röhren würde erstens ganz anders gelegt werden als die erste, sie würden zweitens auch anders gebaut sein können als die erstere Gattung; sie würden drittens andere Verbindungen miteinander haben, und würden endlich viertens auch anders in die Saugpumpe münden, wie die Druckröhren von der Druckpumpe auslaufen.

Wir wollen zeigen, wie dies alles beschaffen sein müßte, wenn es auf Vollendung Anspruch machen, das heißt möglichst vortheilhaft, möglichst sicher und möglichst sparsam sein soll, und dann einmal sehen, ob unsere Blutleitung im Körper auch so schön ausgesonnen ist, wie wir die Wasserleitung aussinnen.

XXIII. Verschiedenheit der Adern und ihrer Lagen.

Es läßt sich leicht einsehen, daß man die Röhren einer Wasserleitung, welche das Wasser nach der Stadt führen, nicht immer geradeaus und in gleicher Weise legen kann, sondern stets die Stadtgegend im Auge haben muß, welche mit Wasser zu versorgen ist; zugleich aber hat man noch eine andere Rücksicht zu beobachten, die darin besteht, daß das Wasser in jedem Hause der Stadt einen gewissen gleichmäßigen Fluß habe, damit nicht ein Haus in der Nähe der Wasserleitung übermäßig reich, ein entferntes dagegen zu sparsam mit Wasser versorgt werde.

Zu diesem Ziele wird man nur dadurch gelangen, daß man die Abzweigung der Röhren nicht allzufrüh vornimmt; denn je früher die Röhren sich verzweigen, desto schwächer wird der Strom; in einer getheilten Röhre ist auch der Strom, also der Wasserzufluß getheilt und soll das Wasser in rechtem Maße nach Bedürfniß zufließen, so ist es gut, daß es möglichst lange in einem Rohr zusammen bleibt bis kurz vor der Stelle, wo die Theilung nothwendig ist.

Anders dagegen verhält es sich mit dem rückfließenden Wasser. Dies, das nur von einem leichtarbeitenden Werk heimgepumpt werden soll, wird leichter fließen, wenn es in getheilten Röhren seinen Weg nehmen kann.

Mit andern Worten: Wenn eine Druckpumpe ein fernes Röhrensystem mit Wasser versorgen soll, so wird es gut sein, die Theilung des Hauptrohres erst äußerst spät eintreten zu lassen; wenn dagegen eine Saugpumpe von irgend woher Wasser holen soll, so ist es vortheilhafter, wenn es ihr von verschiedenen Seiten zuströmt.

Und auch dieses Prinzip ist in der Blutleitung des

Körpers gewissenhaft beobachtet. Die Schlagadern, die Blut zu den Körpertheilen führen, sind sparsam in der Verzweigung; die Verzweigung fängt erst dort an, wo die Versorgung des Blutes nach allen Theilen umumgänglich nöthig ist; dadurch wird dem Druckwerk des Herzens die Arbeit erleichtert. Dahingegen sind die Blutadern, die das abgenutzte Blut zurückführen, getheilter, ihre Zahl ist größer, wodurch dem Blut der Heimweg erleichtert und die Saugkraft des Herzens ganz mühelos gemacht wird.

Aus gleichem Grunde sehen wir die Schlagadern aus der rechten wie aus der linken Kammer des Herzens nur einstämmig auslaufen. Die linke Kammer sendet nur einen Stamm aus, der sich dann erst in eine Ader theilt, die nach dem untern, und eine, die nach dem obern Theil des Körpers geht; ebenso drückt die rechte Kammer des Herzens das Blut nur in einer ungetheilten Ader in die Lunge; wohingegen die Saugwerke des Herzens, die Vorkammern, sowohl aus dem Körper, wie aus jeder Lunge durch zwei Röhren das Blut wieder aufnehmen.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir einer Vorrichtung erwähnen, die im Herzen selber angebracht, und die darthut, wie sorgfältig und vorsichtig dieser Bau angelegt ist. Es läßt sich leicht einsehen, daß zwei Röhren, welche in einen Raum Flüssigkeit zuführen, nicht so gestellt sein dürfen, daß die Ströme gegeneinander gerichtet sind, weil dann leicht der stärkere Zustrom der einen Seite den schwächeren der anderen Seite hemmen könnte. — Beim Herzen finden wir diese Vorsicht ebenfalls beobachtet. Die Haupt-Blutader, welche vom unteren Theil des Körpers kommt, steht der zweiten, welche das Blut der oberen Körpertheile zum Herzen führt, nicht gerade gegenüber, damit der eine Blutzustrom nicht den andern störe. Es sind aber noch außerdem Wülste oder eine Art Dämme

angebracht, an welche jeder Blutstrom anprallt, so daß die beiderseitigen Strömungen sich gewissermaßen im ersten Anschuß aus dem Wege gehen, um sich dann sofort desto inniger zu mischen. — Daß aber diese Mischung des Blutes auch sehr nothwendig ist, läßt sich leicht einsehen, wenn man erwägt, daß die Blutader, die aus dem oberen Theil des Körpers in das Herz geht, nicht bloß abgenutztes Blut, wie die untere Blutader mit sich führt, sondern auf ihrem Wege auch noch den Vorrath von Material zu frischem Blute aufnimmt, welcher aus den Speisen entstanden ist, aus denen das Blut sich bildet. Dieser Vorrath an frischem Blutsaft muß in's Herz, um mit dem alten Blut gemischt zu werden, und aller Wahrscheinlichkeit nach ist hierzu jene gründliche Mischung mit dem alten Blutvorrath nothwendig, welche durch den Wirbel der Blutströmungen im Herzen entsteht, und gerade durch die erwähnten Wülste oder Dämme, an denen die Blutströme anprallen, befördert wird.

Noch auf einen Umstand haben wir aufmerksam zu machen, der wesentlich die Thätigkeit einer Druckpumpe von der einer Saugpumpe unterscheidet, und die eine Verschiedenheit nothwendig macht, welche beim Herzen und der Blutleitung nicht fehlen darf. —

Es ist bekannt, daß jedes Spritzwerk einen Wind- oder Luftkessel haben muß, wenn es ordentlich wirken soll, wohingegen die Saugpumpe deren nicht bedarf. Der Grund hiervon liegt in der Thatsache, daß Flüssigkeiten sich nicht zusammenpressen lassen, also auch nicht jene Spring- und Dehnkraft haben, welche einer Spritze nöthig ist. Flüssigkeiten sind nicht elastisch und können nur dann in regelmäßigem Strahl fortgespritzt werden, wenn man Windkessel auf sie wirken läßt, wo die sehr elastische ge-

preßte Luft das Springen des Strahls veranlaßt, selbst in den Pausen, wo der Druck der Maschine aufhört.

Beim Herzen ist nun freilich nicht ein Wind- oder Luftkessel angebracht, ja der Eintritt von Luft in's Herz ist so außerordentlich schnell tödtend, daß ganz gefahrlose Durchschneidungen von Blutadern den sofortigen Tod durch Lufteintritt herbeiführen können, wenn der Operateur nicht die Ader unterbindet und so den Weg zum Herzen sperrt. Der Druckpumpe des Herzens fehlt also ein elastisches Mittel, um das Blut in dauerndem Fluß zu erhalten. Diesem Mangel ist jedoch durch den Umstand abgeholfen, daß alle Schlagadern selber elastisch sind, und sich sowohl der Länge wie der Dicke nach mit jeder Blutwelle dehnen und zusammenziehen, und das bewirkt ein Fortschießen des Strahls, selbst im Moment, wo die Kammer des Herzens sich erweitert; denn die hinter der Blutwelle sich verengende Schlagader drängt eben durch ihre Verengung das Blut vorwärts. Da dies nur bei den Schlagadern der Fall ist, die an dem Spritz- und Druckwerk des Herzens angebracht sind, und bei den Blutadern nicht stattfindet, so ist es klar, daß unsere Einrichtungen, in welchen wir Spritz- und Druckwerke mit elastischen Hülfsmitteln, mit Wind- oder Luftkessel versehen, auch im Prinzip schon etwas sehr Altes sind — älter, als das erfindungsstolze Menschenherz es je geahnt hat.

XXIV. Die Klappen oder Ventile.

Der interessanteste Theil der großen Blutleitung des Körpers ist das Herz selber, und an diesem ist die Einrichtung der Klappen oder Ventile am bewunderungswürdigsten.

Jeder, der einmal die Einrichtung einer Saug- und Druckpumpe gesehen hat, der wird wissen, daß außer dem Kolbenstoß das leichte Spiel der Ventile die Hauptsache an einer guten Pumpe ist. Die Reparaturen, welche oft genug an Pumpen und Feuerspritzen nöthig werden, gelten meist den Ventilen, die sich bald zu schwer öffnen, bald zu undicht schließen; deshalb gehören auch gute Ventile zu den am meisten gesuchten Erfindungen, und trotzdem wir jetzt sehr verschiedenartige besitzen, und je nach dem Werk bald Klappen-, bald Kugel-, bald Schieber-Ventile angewendet sehen, würde doch eine Erfindung leicht arbeitender, sicherer, dichter und doch der Reparaturen wenig bedürfender Ventile noch immer sehr willkommen sein.

Das Interessantere in der Vorrichtung des Herzens liegt aber auch noch darin, daß die Ventile bei den verschiedenen Oeffnungen, durch welche das Blut strömt, nicht gleich gebaut, sondern netto so eingerichtet sind, daß sie zu der Kraft passen, welche ihnen jedesmal erforderlich ist. — Wirft man den Blick auf diese Ventil-Einrichtungen, so findet man, daß sie an gewissen Stellen sehr einfach, an andern schon fester, und wieder an andern außerordentlich fest angelegt sind; man kann demnach sagen, daß man drei Gattungen, und zwar: mittelmäßige, gute und vorzügliche Ventile am Herzen findet, was am schlagendsten darthut, daß am Bau des Herzens eine wunderbare Sparsamkeit herrscht, denn wo ein mittelmäßiges Ventil ausreicht, findet man kein gutes, allenthalben, wo dieses seine Dienste genügend leisten kann, sieht man kein vorzügliches angebracht.

Um die Ventile näher kennen zu lernen, wollen wir eine Portion Blut auf einer Rundreise im Körper begleiten, und zwar wollen wir von dort anfangen, wo es aus dem Körper zum Herzen strömt, um von diesem zur

Lunge geschickt, von hier zurück zum Herzen spedirt und durch dieses wieder zum Körper getrieben zu werden.

Nehmen wir an, daß von irgend einem Körpertheil, z. B. dem Fuß aus das Blut auf der Rückreise begriffen ist, so ist es klar, daß es hier beim Aufwärtssteigen der Schwere entgegenwirkt, und das Blut eigentlich ohne die fortschiebende Stoßkraft und ohne die Saugkraft des Herzens gar nicht in die Höhe steigen könnte. Nun aber geschieht es zuweilen, daß wirklich das Herz auf einen Moment gelähmt ist, wie z. B. bei plötzlichem Schreck und Entsetzen, gleichwohl jedoch strömt das Blut nicht zurück, und zwar deshalb nicht, weil die Blutadern, und namentlich die vom unteren Theil des Körpers zum Herzen laufenden inwendig in den Wänden Taschen-Ventile haben, das heißt, Häutchen, welche ganz so geformt sind, wie die Seitentaschen an unseren Droschken; diese Taschen oder Taschen-Ventile bewirken, daß alles Blut, welches aufwärts steigt, ungehindert an ihnen vorüber fließt, während alles, was zurückfließen möchte, die Tasche füllt und strotzend macht, so daß sie den Weg abwärts versperrt.

Bedenkt man, daß das Blut, welches zum Herzen zurückfließt, nicht mehr lebensfähig ist, ja, daß es sogar tödlich wirken würde, wenn es zurück in die feinen Aederchen fließen könnte, aus denen die Theile des Leibes ihre Nahrung nehmen, so ist der Zweck der Taschen-Ventile vollkommen erklärt und ihre Wichtigkeit einleuchtend.

Indem wir diese Ventile als die einfachsten bezeichnen, wollen wir nur noch erwähnen, daß auch abwärts laufende Blutadern mit solchen versorgt sind. Sie thun auch hier wichtige Dienste, weil ohne sie das unbrauchbar gewordene Blut rückwärts fließen würde, sobald z. B. eine Ader irgendwie gedrückt wird, was sehr oft geschieht, da die Blutadern an vielen Stellen sehr oberflächlich liegen, wie

z. B. auf der Außenseite der Hand und auf der Stirn, wo sie bei älteren Leuten und bei sehr zarthäutigen Personen als dicke oder feine blaue Kanäle sichtbar sind.

Diese einfachen Ventile reichen nun für ihren Zweck vollkommen aus, denn sie lassen das Blut nur zum Herzen zurückfließen, wohin es soll. Denken wir uns demnach, daß eine Portion in's Herz, und zwar in den Vorhof eingeströmt ist, so ist es einmal so eingerichtet, daß der Vorhof, sobald er gefüllt ist, sich zusammenzieht, denn er muß seine Portion Blut jetzt nach der Herzkammer treiben, die sich zu diesem Zweck erweitert. Bei dieser Gelegenheit tritt freilich, wie neuere Beobachtungen gezeigt haben, ein wenig Blut zurück in die großen Blutadern; allein dies geschieht ohne Gefahr, da von hier aus das unbrauchbare Blut nicht bis zu den Leibestheilen zurückgelangen kann, und deshalb ist auch keine besondere Vorrichtung dagegen angebracht. Allein zwischen Vorhof und Kammer ist Vorsicht nöthig, und die Errichtung der diese Oeffnungen schließenden Ventile ist vorzüglich.

Die Oeffnungen, welche vom Vorhof zur Kammer führen, sind mit festen Häuten versehen, welche sich wie Segel aufspannen können. Die rechte Seite des Herzens hat drei solcher Segelklappen, die linke zwei. Will nun das Blut vom Vorhof in die Kammer, so stellen sich die Segelklappen so, daß sie den Blutstrahl zwischen sich hindurchgleiten lassen, und zwar leiten sie ihn zugleich ein wenig ab, damit der Strahl nicht auf die zweite Oeffnung anpralle, die zu der Schlagader führt. Hat sich nun die Kammer gefüllt und ist im Begriff sich zusammenzupressen, so entrollen sich die Segelklappen vollständig und bauchen sich unter dem Druck des Blutes auf, wie ein Segel im Winde; hierbei pressen sie sich fest aneinander und verschließen die Oeffnung zum Vorhof derart, daß auch nicht

ein Tröpfchen Blut zurück kann. Das Aufrollen, Zusammenklappen, Anpressen und Verschließen ist ein äußerst feiner Mechanismus, der durch viele wohl berechnete Umstände bewerkstelligt ist, wobei hauptsächlich sehnige Bündel mitwirken, welche wie Schnüre die Segel im rechten Moment festziehen.

Eine dritte Art Ventil ist an der Oeffnung angebracht, wo die Schlagadern münden. Dieses Ventil ist nicht so fein ausgesponnen, wie das zwischen Vorhof und Kammer; aber es ist vortrefflich gearbeitet. Es besteht nämlich aus drei im Rohr der Schlagadern liegenden Wagentaschen, die beim Laufe des Blutes nach der Schlagader an die Wände gepreßt werden und dem Blute nicht das mindeste Hinderniß bereiten, die sich aber sofort füllen, aufbauchen und aneinander pressen, wenn das Blut bei der Ausdehnung der Herzkammer nach dieser zurück will. Hierbei prallen die drei Taschen-Ventile so genau mit den Rändern aneinander, daß sie einen ausgezeichneten Verschluß bilden und kein Tröpfchen den falschen Weg zurückmachen lassen.

XXV. Wie stark das Herz ist.

Seitdem es wissenschaftlich festgestellt ist, daß das Herz ein äußerst merkwürdiges, mechanisches Kunstwerk, welches an Vorzüglichkeit der Einrichtung alle künstlichen Druck- und Saugwerke übertrifft, haben die Naturforscher sich bemüht, die Kraft genau zu messen, mit welcher das Herz seinen Druck auf das Blut ausübt. — Hierbei hat sich nun eine überraschende Erscheinung gezeigt, die wir nicht unerwähnt lassen dürfen.

Um eine genaue Messung vornehmen zu können, bedient man sich eines Instruments, das auch in medizinischer

Beziehung wichtig geworden ist. Zu diesem Zweck öffnet man einem Thier eine Schlagader und bringt die Oeffnung mit einem Gummischlauch in Verbindung, der in ein Glasrohr führt. Dieses Glasrohr ist wie ein lateinisches U gebogen, das heißt, es besteht aus zwei aufrecht stehenden Säulen, die unten mit einander in Verbindung stehen. In das Rohr wird Quecksilber hineingegossen, das vor dem Versuch in beiden Säulen gleich hoch steht. Bei dem Versuch wird der Gummischlauch, der an einem Ende mit der Ader in Verbindung steht, mit dem andern Ende auf die eine Oeffnung des Glasrohrs gebracht. Das Blut stürzt aus der geöffneten Ader durch den Gummischlauch in das Glasrohr und drückt auf das Quecksilber, so daß es in der andern Säule in die Höhe steigt, und je nach der Höhe, die es erreicht, die Kraft des Blutdrucks angiebt. Dies Instrument nennt man den Blut-Kraft-Messer und es wird gegenwärtig sowohl für Untersuchungen der angegebenen Art, wie besonders bei Versuchen über die Wirkung gewisser Medikamente benutzt, deren Einfluß auf die Kraft des Herzens man prüfen will. Es versteht sich von selbst, daß man bei Versuchen dieser Art zu Thieren seine Zuflucht nimmt.

Die überraschende Erscheinung, die sich hierbei herausstellte, ist die, daß die Druckkraft des Blutes gar nicht von der Größe des Thieres abhängt. Das Blut von Pferden, Ochsen, Kälbern, Hunden, Katzen und Kaninchen zeigt eine ganz gleiche Druckkraft. Das heißt: das kleine Herz eines Kaninchens treibt das wenige Blut im Körper dieses Thieres mit eben solcher Kraft herum, wie das große Herz eines Pferdes die Masse des Pferdeblutes herumtreibt. Man muß sich hierbei nicht vorstellen, daß ein Kaninchenherz so stark ist wie ein Pferdeherz; denn das ist keineswegs der Fall, und kann auch nicht der Fall sein.

Ein Kaninchenherz ist eine kleine Pumpe für eine kleine Blutleitung; ein Pferdeherz ist eine große Pumpe für eine große Blutleitung. Die große Pumpe mag dreißigmal so stark sein wie die kleine; aber sobald sie dreißigmal soviel Blut in Umschwung zu setzen hat, wird sie in jedem einzelnen Punkte nicht mehr als die kleine leisten.

Hieraus aber muß man den Schluß ziehen, daß es ganz was eignes ist mit diesem merkwürdigen Mechanismus des Herzens. Wenn die an eigner Kraft sehr verschiedenen Herzen der kleinen und großen Säugethiere alle so eingerichtet sind, daß sie für jedes der Thiere immer einen und denselben Blutdruck erzeugen, so können wir uns dies menschlicherweise gar nicht anders vorstellen, als daß die genaueste Berechnung bei Bildung des Herzens obwaltet, damit es ja nur zu dem Körper stimme, in welchem es thätig sein muß und weder zu stark noch zu schwach sei für die Arbeit, die es in jedem Thiere zu vollbringen hat. — Und da kein Grund vorhanden ist anzunehmen, daß der Mensch hiervon eine Ausnahme mache, ja, es vielmehr eine Schwäche wäre, zu glauben, daß die Berechnung bei einem Menschenherzen weniger richtig sein sollte als bei dem Büffel oder dem Meerschweinchen, so können wir wohl sagen: wir Menschen bringen ein Herz, eine Maschine mit zur Welt, die so genau an Kraft abgestimmt ist für ihre zu leistende Arbeit, daß sie auch in dieser Beziehung all' unserer künstlichen Maschinen spottet, welche bekanntlich um ein halbmal stärker gebaut werden, als sie benutzt werden dürfen.

Auf diesem Prinzip fußend, haben die Naturforscher auch auf die eigentliche Kraft des Herzens Schlüsse gezogen und sind hierbei auf sehr interessante Resultate gekommen, die freilich noch nicht so fest stehen, wie es zu wünschen ist.

Was wir soeben von der bei allen Säugethieren gleichen Blutkraft gesagt haben, betrifft nämlich nicht die eigentliche Kraft — oder wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, die absolute Kraft — des Herzens, sondern nur die Wirkung der Herzkraft auf das Blut — oder wissenschaftlich: deren relative Kraft. Der Blutwellenmesser zeigt ein Steigen der Quecksilbersäule von etwa einem halben Fuß, ganz gleichviel, ob man das Blut eines Kaninchens oder das eines Ochsen untersucht; es ist hiernach klar, daß man durch dieses Instrument zwar die Wirkung, aber nicht die eigentliche Kraft des Herzens ersieht und es noch weiterer Untersuchungen und Berechnungen bedurfte, um auch hinter diese zu kommen.

Den Weg dieser interessanten Untersuchung auch nur anzudeuten, ist äußerst schwierig, da es sich hierbei um mathematische Berechnungen des Umfanges der Haupt-Schlagader und deren Verhältniß zu den Verzweigungen derselben handelt. Wir können demnach nur als Resultat angeben, daß man wiederum gefunden hat, es sei bei jedem Säugethier die rechte Hälfte des Herzens so stark, daß sie bei ihrer jedesmaligen Zusammenziehung eine Kraft äußert, die gleich ist einem Hunderttheil des Gewichtes des ganzen Thieres. Die linke Hälfte des Herzens ist doppelt so stark, beträgt also an Kraft ein Fünfzigtheil des Gewichtes des Thieres. Das ganze Herz ist demnach an Kraft gleich einem Dreiunddreißigtheil des Gewichtes des Thieres.

Deutlicher ausgedrückt heißt dies so viel: Ein Thier, das 100 Pfund wiegt, besitzt ein Herz, welches so stark in seiner Druckkraft ist, wie ein Gewichtstück von 3 Pfund. Da nun ein Mensch im ausgewachsenen Zustande an 140 Pfund wiegt, so ist die Druckkraft seines Herzens etwa gleich 4½ Pfund. Diese Kraft äußern wir in jedem Pulsschlag, das heißt in der Minute an 70 Mal, was so

viel sagen will, wie eine Kraft von 300 Pfund in der Minute oder 164 Zentner in der Stunde. —

Nun aber ist das Herz, das mit jedem Pulsschlag eine Kraft von 4½ Pfund äußert, nur im Ganzen etwa zwanzig Loth schwer; wir haben also zwanzig Loth lebendige Maschine im Leibe, die nicht nur ein Meisterwerk von Druck- und Saug-Pumpe ist, sondern auch so viel Kraft besitzt, daß sie in einer Stunde eine Druckkraft ausübt von 164 Zentner. — —

Das soll nun ein Mensch einmal nacherfinden!

Gewiß, es bleibt dabei: was der Mensch erfindet, steht weit, weit zurück gegen das, was er mit zur Welt bringt!

XXVI. Die sogenannten mechanischen Fehler des Herzens.

Nachdem wir das kleine Meisterstück, das Herz, soweit betrachtet haben, daß wir die Unerreichbarkeit seines Mechanismus als festgestellt ansehen dürfen, wollen wir nur noch zwei Eigenthümlichkeiten kennen lernen, die eigentlich noch unerklärt sind und die insoweit für uns Interesse haben, als sie sonst bei künstlichen Maschinen Zeichen der Stümperhaftigkeit ihrer Einrichtung sind.

Eine künstliche Maschine wird als schlecht betrachtet, sobald sie während der Arbeit ruckt oder stößt; ja man wendet sogar Alles an, damit sie möglichst keinen Ton von sich gebe, denn ein Ton entsteht immer nur in Folge eines Stoßes oder einer Erschütterung, die Schwingungen verursacht, und dergleichen ist der Haltbarkeit der Maschine höchst nachtheilig.

Zwar wird der Vorzug des gleichmäßigen Ganges der Maschine, der jeden Ruck oder Stoß oder Ton meidet,

äußerst selten erreicht. Das Dröhnen, Pfeifen, Klappern, Schrillen, Sausen der Maschinen läßt sich selten oder gar nicht beseitigen; aber es wird dies doch stets als Fehler betrachtet und man sucht dem immer soweit es geht abzuhelfen. Es ist ein ausgemachter Satz in der Maschinenlehre, daß jeder Stoß die Kraft der Maschine hemmt und außerdem noch ihre Zerbrechlichkeit befördert. Die Schädlichkeit jedes Stoßes geht so weit, daß man gegenwärtig an unsern Eisenbahnen eine Ausgabe von mehreren Millionen macht, um neu erfundene bessere Schienenstühle herzustellen, die weniger als die bisherigen das Stoßen der Lokomotive veranlassen, wenn sie von einer Schiene auf die andere kommt.

Ist dem aber so, dann wird man auf den Gedanken geführt, daß das Herz am Ende doch kein gar zu erhabenes Kunstwerk sein könne, denn es hat die Eigenthümlichkeit, daß es regelmäßig an die Brustwand anstößt und außer diesem Stoß, der gefühlt werden kann, hört man, wenn man das Ohr an die Brustwand legt oder sich hierzu eines Hörrohrs bedient, zwei Töne während jedes Herzschlages, so daß das Herz einen zwiefachen mechanischen Fehler zu besitzen scheint, es stößt und tönt, ohne daß man den Zweck des Stoßes und des Tönens anzugeben vermag.

Erwägt man die Sache indessen näher, so wird man auf den Gedanken geführt, daß es doch nicht so schlimm mit den Fehlern des Herzens stehen könne.

Das Stoßen und Tönen einer Maschine ist deshalb ein mechanischer Fehler, weil beim Stoß erstens ein Theil der Kraft verloren geht und weil diese verlorene Kraft noch zweitens zur Zertrümmerung des stoßenden oder gestoßenen Theiles führt; das Tönen wird bei Maschinen aus gleichem Grunde gemieden, denn jeder Ton entsteht

immer nur in Folge einer Erschütterung, die Schwingungen verursacht und diese kommt in ihrer Wirkung einer großen Reihe wiederholter kleiner Stöße vollkommen gleich. Wollte man also den mechanischen Werth des Herzens nach gewöhnlichem Maßstabe beurtheilen, so müßte man nicht sowohl dem Stoß oder dem Ton, sondern der Haltbarkeit Fehler nachweisen; nun aber lehrt die Erfahrung gerade hierin, daß unser feststehendes mechanisches Urtheil durchaus nicht zutrifft, denn kein Organ des Leibes ist so ausdauernd haltbar als gerade das Herz, trotz seines Stoßens und Tönens.

In den höchsten Lebensaltern wird Auge und Ohr stumpf, verliert sich Geruch, Geschmack und Gefühl in auffallendem Grade, versagen die Füße den Dienst, schwanken die Hände, will der Magen sein Werk nicht mehr verrichten und verfällt selbst der Geist in eine Abwesenheit, die wie ein Vorbote sich einstellt, um die große Abwesenheit anzukündigen, die bald eintreten muß. Alles also nimmt ab in seiner Wirksamkeit; nur das Herz hält aus, ja die Zahl seiner Schläge vermehrt sich sogar zuweilen; und wenn es am Ablauf der letzten Stunde für immer still steht, ist es nicht der Fall, weil es ihm mechanisch an Kraft gebricht, weil es durch sein Stoßen und Tönen an Dauerhaftigkeit verloren, sondern weil jene Triebkraft aufgehört hat, welche durch das lange Leben hindurch das Herz dirigirt hat.

Die Erfahrung lehrt also, daß es falsch ist, an das Herz den Maßstab der Mechanik anzulegen und demselben das Stoßen und Tönen deshalb als Fehler anzurechnen, weil dies an Maschinen menschlicher Erfindung verderblich auf die Haltbarkeit der Maschine einwirkt.

Der Fehler liegt nicht am Herzen, sondern an unserm Verstande, oder richtiger an dem jetzigen Stand der

Naturwissenschaft, die den Zweck des Herzstoßes und Tönens nicht kennt. Bei einem Meisterwerk dieser Art, wo sich alles, was man bisher erforschen konnte, unvergleichlich zweckentsprechend gezeigt hat, darf man gar nicht zweifeln, daß auch das Stoßen an die Brustwand, und das Tönen des Herzens mit zum Zweck seiner Thätigkeit gehört und muß des Fortschritts der Wissenschaft harren, die sicherlich einmal hinter diese Dinge kommen wird, zur Beschämung all' derer, die flüchtig genug im Bau des Menschen Fehler nachweisen wollen.

Vorläufig muß es uns genügen, daß die Wissenschaft vollkommen klar ist, woher der Herzstoß rührt, und wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit den Grund der Herztöne angeben kann. Der Stoß rührt daher, daß das Herz, welches an den von ihm auslaufenden Adern frei hängt, bei der jedesmaligen Zusammenziehung eine Schwenkung macht, die zugleich in einer Wendung, Drehung und Hebung besteht, wobei die Spitze des linken Herztheils an die Brustwand fährt und den fühlbaren Stoß veranlaßt. Die Ursache der Herztöne ist weniger sicher ermittelt; jedoch nimmt man jetzt allgemein an, daß sie von dem Schluß der Ventile herrühren, die beim Rückprall des Blutes jenen festen Verschluß bilden, der dem Blut den Rücktritt in's Herz versperrt.

Freilich darf man den Grund dieser Erscheinungen nicht mit dem Zweck derselben verwechseln; vielleicht lehrt die fortschreitende Wissenschaft einmal, daß gerade dieses Stoßen und Tönen den Zweck habe, als Anregung und Reiz auf die Herzthätigkeit zu wirken; wie dem aber auch sei, so müssen wir bekennen, daß uns gerade diese sogenannten mechanischen Fehler am Herzbau noch mehr Respekt vor diesem Bau sehr alter Erfindung einflößen, und ihn hoch über jene Menschenerfindungen stellen, bei

denen man weiß, wie Klappern und Tönen vernichtend wirken und doch nicht im Stande ist, dies zu beseitigen.

XXVII. Das Auge und die Kamera-Obscura.

Wir wollen nunmehr zur Betrachtung eines andern kleinen Meisterwerks übergehen, das der Mensch mit zur Welt bringt und das insofern in unser Thema fällt, als es dem Menschen gelungen ist, ein Kunstwerk herzustellen, welches dem angebornen Meisterwerk höchst merkwürdig ähnlich ist.

Das Meisterwerk, das der Mensch mit zur Welt bringt, ist: das Auge; das Kunstwerk, das er dem Auge ähnlich hervorbringt, ist: die Kamera-Obscura. Wir wollen sie nun beide näher kennen lernen, um sie vergleichend neben einander stellen zu können.

So eigentlich sollten wir mit dem Bau des Auges beginnen und dann den Bau der Kamera-Obscura betrachten; allein es ist einmal im Leben so, daß die Menschen weit eher Bescheid wissen in dem, was sie schaffen, als in dem, was sie sind, daß sie weit leichter das kennen lernen, was sie machen, als das, was aus ihnen gemacht wird, daß sie in Büchern sich schneller zurecht finden als im Leben, auf Landkarten leichter Bescheid wissen als auf Reisen; deshalb glauben wir, daß auch unsere Leser weit leichter den Bau der Kamera-Obscura verstehen werden als den des Auges, und darum wollen wir mit diesem Bau anfangen, um später zum Auge zu kommen.

Wer ein Stündchen Zeit nicht scheut und für sich oder seine Kinder eine angenehme und belehrende Spielerei, die gar wenig kostet, machen will, der baue sich eine Kamera-Obscura.

Es gehört dazu sehr wenig. Ein Brillenglas, eine alte Cigarrenkiste und ein Blatt Papier sind zur Noth ausreichend für das ganze Kunststück.

Das Brillenglas muß so sein, wie es die alten Leute gebrauchen, das heißt, es muß an den Rändern dünner sein als in der Mitte; es muß die Linsenform haben. Ein Brennglas, wie man es auf dem Markt für einen Groschen kauft, ist vollkommen ausreichend.

Die Cigarrenkiste darf nicht flach, sondern muß hoch sein. Die hohen Kistchen, worin man gewöhnlich ein viertel Tausend Cigarren verpackt, werden sich ganz vortrefflich zu unserm Versuch eignen.

Das weiße Blatt Papier muß ein wenig mit Oel eingerieben sein, damit es glasartig durchscheinend wird und sich wie eine halb durchsichtige Glasscheibe ausnimmt.

Nunmehr wollen wir zum Bau schreiten; aber zuvor noch einen Versuch machen.

Man trete an die Wand, die dem Fenster gegenüber liegt, und halte das Brillen- oder Brennglas in einiger Entfernung von derselben. Man wird bald bemerken, daß anstatt des Schattens vom Glase, der eigentlich auf die Wand fallen sollte, ein eigenthümliches Licht sich auf derselben zeigt, und zwar an der Stelle, wo das Licht vom Fenster her durch das Glas auf die Wand fällt. — Nun versuche man es mit Entfernen und Nähern des Glases an die Wand und man wird bald wahrnehmen, daß in einer gewissen Entfernung des Glases von der Wand, — die bei gewöhnlichen Gläsern etwa fünf bis zehn Zoll zu betragen pflegt — ein allerliebstes kleines Bildchen auf der Wand sichtbar wird, und zwar wird man darin das Fenster, nebst Fensterkreuz am deutlichsten erkennen, aber auch den Himmel draußen, die Wolken oder die gegenüberliegenden Häuser. Mit Einem Worte: man wird an

der Wand ein Bildchen von all' dem sehen, was man mit dem Auge von dieser Stelle aus am Fenster und draußen erblicken kann.

Wenn man die richtige Entfernung getroffen hat, was nach einiger Uebung sehr leicht geschieht, und wenn die Wand weiß angestrichen ist, oder wenn man ein Blatt Schreibpapier statt der Wand benutzt, so ist das Bildchen hell, hübsch, zierlich und für Denjenigen, der diesen Versuch noch nicht kennt, sehr überraschend. — Aber das überraschendste dabei bleibt immer, daß das Bildchen umgekehrt ist, das heißt, daß Alles auf dem Kopf steht. Wenn das Fensterkreuz oben im Fenster ist, ist es auf dem Bildchen unten; der Himmel draußen, die Dächer der Häuser, die Häuser selbst, mit einem Worte, das ganze Bildchen sieht wie in der umgekehrten Welt aus; ja, wenn sich eine Person an's Fenster stellt, ist auch diese zu sehen und recht deutlich zu erkennen; aber auch diese Person steht mit den Beinen nach oben und dem Kopf nach unten; kurz, das Bildchen ist so, daß, wenn man es abmalen könnte wie es ist, man es umdrehen müßte, um Alles ganz richtig zu sehen.

Wir können nicht ernstlich genug jeden unserer Leser, der diesen Versuch noch nicht kennt, dazu mahnen, ihn doch ja anzustellen; denn wenn wir auch augenblicklich nicht eine belehrende Erklärung daran knüpfen können, so wird die sehr billige Spielerei schon anregend, unterhaltend und in der Folge noch belehrend genug werden.

Nun aber müssen wir uns merken, in welcher Entfernung des Glases von der Wand das Bildchen am schärfsten und klarsten ist, und diese Entfernung wollen wir die Brennweite nennen. — Hat man diese, so kann man sich die Kamera-Obscura sehr leicht machen.

Wir nehmen die Cigarrenkiste und stellen sie so nie-

der, daß die eine schmale Wand zum Fenster gerichtet, die andere ihm abgewandt ist. Die Wand zum Fenster hin nennen wir die Vorderwand, die gegenüberstehende die Hinterwand. In die Vorderwand schneiden wir ein rundes Loch, gerade so groß, daß wir das Brennglas hineinsetzen können. Mit ein wenig geleimtem Papier kann man sich das hübsch festkleben. Nun brechen wir die hintere Wand ganz ab und nageln den Deckel der Kiste zu. Wir haben demnach ein Kämmerchen, in welchem das Brennglas als Fenster dient, und durch dessen Hinterwand wir hineinblicken. — Nun nehmen wir unser Blatt geöltes Papier und suchen es so in unser Kämmerchen hinein zu schieben, daß es die Stelle der eingerissenen Wand vertritt. Macht man diese Papierwand so, daß man sie beliebig in dem Kämmerchen vor- und zurückschieben kann, so wird man beim Versuch sehr schnell die Papierwand dahin bringen, daß sie gerade in der Brennweite des vorderen Glases steht, und ist das der Fall, so wird man ein überraschend hübsches Bildchen auf dem Papier erblicken, ein Bildchen von der ganzen Welt, die vor dem Kämmerchen existirt; und — das ist eine Kamera-Obscura. —

XXVIII. Die Kamera-Obscura.

Wer unserem Rathe gefolgt und sich solch' eine wohlfeile Kamera-Obscura gebaut hat, der wird schon von selber auf die kleinen Handgriffe kommen, durch welche man mit wenig Aufwand sich einen bessern und festern Bau eines solchen Instruments herstellen kann. Wir wollen für denjenigen, der hierzu Lust bezeugt, nur anführen, daß man gut thut, wenn man das Brennglas, oder die „Linse", wie man solch' ein in der Mitte dick und am Rande dünnes

Brillenglas nennt, nicht unmittelbar an das ausgeschnittene Loch der Vorderwand anbringt, sondern es in einem kurzen passenden Cylinder aus Pappe befestigt, den man im ausgeschnittenen Loch gut ein- und ausschieben kann. Ferner hat es seinen Vortheil, wenn man die Kammer inwendig schwarz anstreicht oder mit schwarzem nicht glänzendem Papier beklebt. Endlich thut man gut, statt der unhaltbaren Papierwand eine Wand aus mattgeschliffenem oder aus Milchglas zu nehmen, das man in jeder Glashandlung für ein paar Groschen kaufen kann. — Man nennt deshalb diese Hinterwand die „matte Scheibe" und wir wollen sie fortan ebenso bezeichnen.

Der Versuch wird schon Jedem von selbst lehren, daß das Bildchen auf der matten Scheibe nur dann gut sichtbar ist, wenn außer dem Licht, welches durch die Linse hineinscheint, kein anderes durch irgend welche Oeffnung eindringt, und daß das Schwärzen der Kammer der Sichtbarkeit des Bildchens vortheilhaft ist. Deshalb nennt man solche „Kamera-Obscura", das heißt: „finstere Kammer", und würden wir uns gerne dieser deutschen Bezeichnung bedienen, wenn sie nicht gar zu leicht bei flüchtigen Lesern zu Mißverständnissen führen könnte. —

Wir wollen nunmehr die Eigenschaften unserer Kamera-Obscura näher kennen lernen.

Vor Allem wollen wir sie an's offene Fenster stellen und zwar so, daß sie mit der Linse zur Straße hinaus, mit der matten Scheibe zur Stube gekehrt ist; nehmen wir nun ein Tuch über den Kopf und hüllen mit demselben zugleich die matte Scheibe ein, damit sie nicht von außen her zu stark beleuchtet erscheint, so erblicken wir auf derselben die ganze Straße in den schönsten Farben, den Himmel, die Häuser, die Menschen in Bewegung, die Wagen, die vorüberfahren; ja, wenn man nur die Linse

recht genau ein- und ausschiebt, so daß man von ihr bis zur matten Scheibe die richtige Brennweite getroffen hat, so ist man im Stande, im Bildchen alle Bekannten auf der Straße zu erkennen und genießt dabei das Vergnügen, sie auf dem Kopf wandeln zu sehen; denn das Bildchen ist die verkehrte Welt, zeigt den Himmel unten, die Erde oben, die Köpfe abwärts, die Beine aufwärts.

Will man wenigstens einigermaßen diese gemalte Welt wieder in Ordnung rücken, so muß man sich eines Spiegels bedienen, den man vor die matte Scheibe hinlegt und das Bild im Spiegel betrachten. Einige Versuche damit werden Jeden von selber auf die richtigste und vortheilhafteste und interessanteste Art der Aufstellung des Spiegels führen; jedenfalls aber wird immer noch der Unterschied zwischen der Wirklichkeit und dem Bildchen obwalten, daß alle Menschen, die auf der Straße von rechts nach links gehen, sich auf dem Bildchen von links nach rechts bewegen, wie überhaupt der ganze Anblick so sein wird, wie ihn jeder Spiegel zeigt, wo, wenn wir die Rechte ausstrecken, das Spiegelbild uns die Linke entgegenstreckt.

Wer bisher unserer Anweisung nachgekommen und sich solch' eine Kamera-Obscura angefertigt hat, der wird wohl gern auch einige belehrende Worte über dieselbe vernehmen, und diese wollen wir hiermit so kurz wie möglich geben.

Offenbar hat die Kammer selber gar nichts mit der Entstehung des Bildchens zu thun; ebensowenig spielt die matte Scheibe hierbei eine Rolle. Die Kammer schließt nur das Tageslicht ab, und die matte Scheibe fängt nur das Bildchen auf und läßt es durchscheinen. Die eigentliche Ursache der Entstehung des Bildes ist das Brennglas vorn, oder wie wir es jetzt immer nennen wollen: die

Linse. Wir haben ja gleich anfangs gesehen, daß die Linse allein ein ähnliches Bildchen an der Wand entstehen ließ.

Woher aber kommt das?

Die Antwort hierauf vermag die Naturwissenschaft außerordentlich genau zu geben; sie ist begründet auf die bereits vorzüglich klare und vollkommen durchgearbeitete „Lehre vom Licht“ und „von der Brechung der Lichtstrahlen“; denn dieser Theil der Naturwissenschaft gehört zu den am besten und vorzüglichsten durchstudirten, und zwar deshalb, weil die ganze Lehre auf mathematischem Wege verfolgt und bewiesen werden konnte und es einmal Thatsache ist, daß jede Wissenschaft, die sich auf Mathematik begründet, die zuverlässigsten Resultate liefert.

Wir hoffen, einmal später in einer besonderen Reihe von Artikeln diese Lehren vom Licht unseren Lesern vorzuführen; für jetzt müssen wir uns mit Aufführung der Resultate begnügen, von welchen unsere Leser überzeugt sein mögen, daß sie wissenschaftlich unumstößlich festgestellt und bewiesen werden können.

Die Lehre vom Licht lautet wie folgt: Von jedem leuchtenden oder beleuchteten Punkte eines Gegenstandes gehen Lichtstrahlen in gerader Linie nach allen Richtungen aus. Der Lichtstrahl geht also immer genau den geraden Weg; sobald jedoch ein Lichtstrahl auf seinem Wege einen durchsichtigen Gegenstand z. B. Glas, Luft, Wasser, trifft, durch welchen der Strahl hindurchgeht, erleidet der Strahl bei seinem Durchgang unter gewissen Umständen eine Ablenkung von der geraden Linie. Man nennt diese Ablenkung die „Brechung des Lichtstrahls“, denn wenn man sich den Weg zeichnet, den ein Lichtstrahl unter solchen Umständen nimmt, so erhält man eine gebrochene Linie.

Eine weitere Lehre von der Brechung des Lichtes thut dar, daß jeder Lichtstrahl, der auf eine Glaslinse trifft, so

gebrochen wird, daß sich beim Durchgang alle Lichtstrahlen in Einem Punkte jenseits der Linse vereinigen und ansammeln. Dieser Punkt wird der Brennpunkt genannt, weil man durch die Vereinigung sämmtlicher Sonnenstrahlen, die durch solche Glaslinse gehen, im Stande ist, Wärme zu erzeugen, wie das bekanntlich bei Brenngläsern der Fall ist. Es ergiebt sich ferner aus weiteren Gesetzen der Brechung des Lichtstrahls durch eine Linse, daß je schräger die Strahlen auf die Linse ankommen, desto mehr werden sie beim Durchgang durch dieselbe gebrochen, und daraus folgt, daß alle Lichtstrahlen, die von rechts schräg auf die Linse fallen, sich auf der linken Seite hinter der Linse vereinigen, während alle Lichtstrahlen, die links kommen, ihren Sammelpunkt rechts hinter der Linse haben. In gleicher Weise treffen die Lichtstrahlen, die von oben nach unten, die von unten kommen nach oben zusammen, und dadurch entsteht aus den gesammelten Strahlen ein geordnetes Bild, das eine umgekehrte Lage hat.

All' das gehört zu den am strengsten bewiesenen Thatsachen, und auf diesen Grundlagen beruht auch die Erklärung der Kamera-Obscura, auf welche wir in einzelnen Punkten noch zurückkommen werden.

XXIX. Die Mängel der Kamera-Obscura.

Wir müssen noch einige wesentliche Eigenschaften unserer Kamera-Obscura kennen lernen, und zu diesem Zwecke wollen wir einige Versuche anstellen.

Wenn man die Kamera so vor's Fenster stellt, daß man auf der matten Scheibe einen großen Theil der Straße oder des Hofes übersehen kann, so wird man bemerken, daß nicht Alles von dem, was sich im Bildchen

zeigt, gleich scharf und deutlich ist. Gesetzt, man hat einen nahen und einen entfernten Gegenstand im Bildchen, z. B. einen Baum und ein weit dahinter stehendes Haus, so wird, wenn der Baum, also der nahe Gegenstand, recht deutlich zu sehen ist, das Haus, die entferntere Gegend, undeutlich erscheinen; wird das entfernte Haus deutlich zu sehen sein, so wird der nähere Baum nicht recht deutlich sein.

Von dieser Erscheinung wird man sich noch klarer überzeugen können, wenn man die Kamera so aufstellt, daß man eine lange Strecke einer Straße, oder eines Hofes oder Gartens übersehen kann, und nun einen Menschen diese Strecke entlang gehen läßt und sein Bildchen auf der matten Scheibe beobachtet. Es wird sich zeigen, daß, wenn der Mensch auf der matten Scheibe recht deutlich zu erkennen ist, während er in weiter Entfernung steht, er immer undeutlicher und undeutlicher zu sehen ist, je mehr er sich nähert, und wenn er in der Nähe gut zu sehen, er immer undeutlicher wird, sobald er sich entfernt.

Daß dies ein bedauerlicher Fehler an einer Kamera ist, das ist leicht einzusehen. Man kann indessen wenigstens theilweise dem Uebel abhelfen. Wenn nämlich die Linse nicht unmittelbar an die Vorderwand befestigt, sondern daselbst in einem verschiebbaren Cylinder angebracht ist, durch welchen man die Linse beliebig mehr oder weniger heraus- oder hineinschieben kann in das Loch der Vorderwand, so kann ein Jeder nach einigem Probiren die Linse so stellen, daß er jeden beliebigen Gegenstand scharf und deutlich auf der matten Scheibe erhält. Freilich bleibt das Bild des Gegenstandes nur dann scharf und deutlich auf der matten Scheibe, wenn derselbe in der einmal angenommenen Entfernung verharrt; nähert er sich oder entfernt er sich von der angenommenen Stelle, wo er

deutlich zu sehen war, so wird wieder das Bildchen undeutlich und die Linse muß wieder für jeden neuen Standpunkt entweder etwas heraus- oder hineingeschoben werden in die Kamera.

Der Grund dieser Erscheinung ist in der Lehre von der Brechung des Lichtes vollkommen genau gegeben und in dieser Lehre sind auch die genauen Gesetze enthalten, nach welchen die Deutlichkeit und Undeutlichkeit des Bildchens entsteht.

Wir können hierüber in aller Kürze nur Folgendes sagen:

Für ferne Gegenstände muß man die Linse in die Kamera hineinschieben; für nahe Gegenstände muß man sie herausziehen! das heißt: wenn man die Linse durch Probiren so gestellt hat, daß ein Mensch, der etwa in der Mitte des Hofes steht, recht deutlich im Bildchen auf der matten Scheibe erscheint, so muß man, wenn sich der Mensch nach dem Ende des Hofes begiebt, sich also entfernt, die Linse mehr in die Kamera einschieben; nähert sich aber der Mensch der Kamera, so muß man die Linse noch weiter aus der Kamera herausziehen, wenn man das Bildchen auf der matten Scheibe deutlich haben will.

Dieser Umstand, daß man nämlich die Linse bald vor-, bald zurückschieben muß, wenn man deutliche Bilder haben will, ist ein schwerer Mangel unserer künstlichen Kamera-Obscura; denn er macht es rein unmöglich, daß man mit einemmale einen nahen und fernen Gegenstand gleich scharf und deutlich auf der matten Scheibe erblicken kann. Diesen Fehler müssen wir uns merken, denn wir werden sehen, wie das Auge, das auch nur eine Kamera-Obscura ist, von diesem Fehler in ganz merkwürdiger Weise frei ist, und wie in dieser Beziehung dieses Instrument sehr alter Erfindung, das wir aus dem Mutterleibe

mit zur Welt bringen, alle feinen Erfindungen beschämt, die man jetzt schon mit der Kamera-Obscura ausgeklügelt hat.

Wir müssen aber außer dieser noch zwei Unvollkommenheiten unserer Kamera-Obscura kennen lernen.

Vor Allem wird man bemerken, daß das Gesichtsfeld der Kamera eigentlich doch recht klein ist. Man kann zwar recht viel auf dem Bildchen sehen von dem, was vor der Linse ist; aber das, was sich in der Nähe nur ein wenig rechts oder links, oben oder unten befindet, das zeigt sich schon nicht auf der matten Scheibe. Man muß vielmehr die Kamera nach der einen oder der anderen Seite, nach oben oder nach unten richten, wenn man etwas sehen will, das nach dieser Richtung hin sich befindet. Mit anderen Worten: auf der matten Scheibe einer Kamera-Obscura überblickt man lange nicht so viel nach allen Seiten, wie man mit dem Auge überblickt, selbst wenn man es nicht dreht. — Wir werden also auch hierin sehen, wie die Kamera-Obscura, die wir zur Welt mitbringen, vortheilhafter gebaut ist, als unser schwaches Kunstwerk.

Endlich müssen wir noch einen Mangel kennen lernen.

Bei wiederholten Versuchen mit der von uns fabrizirten Kamera wird man finden, daß, selbst wenn man hierzu eine sehr acourat geschliffene feine Linse genommen hat, selbst wenn man den Rand der Linse, der störende Lichtstrahlen durchläßt, belegt hat, selbst wenn man sich all' der Vortheile bedient, die seither erfunden worden sind, doch noch ein Uebel nicht gehoben ist, und das ist die Farbenbrechung. Um diesen Fehler genau zu erkennen, dazu gehört schon eine gewisse Uebung; hat man aber diese erworben, so nimmt man wahr, daß eine einfache Linse Alles, was sie zeigt, mit feinen Rändern von Regenbogenfarben zeigt, die zwar als Spielerei gar nicht un-

angenehm sind, aber der Deutlichkeit der Bilder außerordentlich schaden.

Der Grund dieser Erscheinung ist ebenfalls in der Lehre vom Licht, und zwar in der Lehre von den Farben des Lichtes, sehr genau und scharf angegeben, und deshalb hat man auch nach vielem Sinnen und Trachten und nach einer sehr glücklichen Entdeckung diesen Fehler dadurch vermeiden gelernt, daß man in einer ordentlichen Kamera-Obscura statt Einer Linse zwei Linsen von verschiedenen Glassorten anbringt, wodurch die farbigen Ränder der Bilder vermieden werden. Aus gleichem Grunde versieht man jetzt alle Fernröhre und gute Mikroskope mit solchen Doppellinsen. — Für unser Thema wollen wir uns dies nur in so fern merken, als wir recht bald bei der Kamera-Obscura, die wir zur Welt mitbringen, sehen werden, wie der Fehler der Farbenränder auch am Auge gemieden ist, und zwar ebenfalls durch das Prinzip der Doppel-Linsen, das sich gleichfalls als ein Prinzip sehr, sehr alter Erfindung erweist.

XXX. Die Kamera-Obscura der Daguerreotypisten und Photographen.

Die Kamera-Obscura ist vor zweihundert Jahren von einem Italiener, Namens Porta, erfunden worden; darauf hat es circa ein halbes Jahrhundert gedauert, ehe man hinter die Gesetze kam, welche bei diesem interessanten Mechanismus obwalten. Sodann verging fast wieder ein halbes Jahrhundert, ehe man merkte, daß auch das Auge eine Kamera-Obscura ist; bis endlich vor funfzehn Jahren eine Erfindung gemacht wurde, die der längst bekannten Kamera-Obscura eine außerordentliche Bedeutung gab, und

aus ihr, welche bis dahin nur ein Gegenstand wissenschaftlicher Beschäftigung und unterhaltender Spielerei gewesen war, ein nützliches, außerordentlich brauchbares Instrument machte.

Man hat jetzt Gelegenheit, bei jedem praktischen Daguerreotypisten und Photographen eine Kamera-Obscura von ganz vorzüglicher Einrichtung in Augenschein zu nehmen, und ihre an das Wunderbare grenzende Leistung genauer kennen zu lernen; wir hoffen, daß Niemand, der hierin belehrt zu sein wünscht, es verabsäumen wird, diese Gelegenheit zu benutzen, und so weit es geht, sein Zimmer mit einem Lichtbild, und seinen Geist mit einiger Kenntniß der herrlichen Erfindung Daguerre's zu bereichern.

Da wir im nächsten Abschnitt das Auge, die vortrefflichste Kamera-Obscura kennen lernen wollen, so wird es gut sein, wenn wir uns nicht mit der von uns selbst gebauten begnügen, sondern uns eine viel vollkommenere Kamera besehen, wie sie gegenwärtig zur Verfertigung der Lichtbilder gebraucht wird. Können wir beiläufig unseren Lesern einen flüchtigen Begriff von der Daguerreotypie und Photographie beibringen, so soll es uns doppelt angenehm sein.

Die Kamera-Obscura des Daguerreotypisten und Photographen ist im Prinzip ganz so gebaut, wie die, welche wir uns leichthin angefertigt haben; sie besitzt nur noch die nöthigen Vorzüge, durch welche erst wesentliche Mängel unserer Kamera gemieden sind.

Vor allem ersetzt ein fester Holzkasten die Stelle unserer Cigarrenkiste. Hinten ist eine gut geschliffene matte Glasscheibe angebracht, welche ein möglichst feines Bildchen sehen läßt. Diese sitzt aber in einem zweiten Kasten, der sich in den ersten ein- und ausschieben läßt, wodurch der Daguerreotypist im Stande ist, sein Instru-

ment beliebig nahe oder fern von der Person, die er abnehmen soll, aufzustellen, um nach Wunsch bald ein größeres, bald ein kleineres Bildchen anzufertigen.

Die Hauptsache bleibt aber immer die Linse, oder richtiger das System von Glaslinsen, welche vorn an dem Kasten in einer Messinghülse angebracht sind, und an welchen eine Schraube die Möglichkeit gewährt, mit großer Genauigkeit die Linsen etwas vor- und zurückzuschieben.

Es weiß es wohl Jeder, daß, wenn die Sitzung beginnen soll, man sich erst vorher fest auf einen Stuhl niederlassen muß, vor welchem die Kamera aufgestellt ist. Der Daguerreotypist muß die Person erst einstellen, das heißt, er muß zuerst mit der Kamera so weit vorwärts oder rückwärts gehen, bis ein Bild von der gewünschten Größe auf der matten Scheibe sichtbar ist. Nunmehr schiebt er die matte Scheibe noch ein wenig vor oder zurück, um zu probiren, ob er das Bildchen noch schärfer und klarer bekommen kann; endlich nimmt er vorn zur Schraube seine Zuflucht und macht noch einmal die Probe, ob er durch ein wenig Schieben der Linsen dem Bildchen auf der matten Scheibe die größtmöglichste Schärfe und Klarheit zu geben vermag.

Es ist bemerkenswerth, daß der geübteste Photograph und Daguerreotypist nicht im Stande ist, ohne dieses Probiren mit Sicherheit zu sagen, ob ein eingestelltes Bildchen die richtige Schärfe hat; selbst diejenigen, die ihr Instrument jahrelang gebrauchen, täuschen sich oft, wenn sie nicht bei jedem Bilde durch Hin- und Rückschrauben die Probe anstellen. Ungeübte haben wochenlang zu thun, um die richtige Schärfe herauszufinden und durch Probiren ihr Urtheil festzustellen.

Es ist dies für unseren Zweck bemerkenswerth, weil wir sehen werden, wie auch das Auge, diese mitgeborene

Kamera-Obscura, bei jedem Gegenstand, den man sehen will, im wahren Sinne des Wortes richtig gestellt werden muß; wie auch im Auge Vorrichtungen sind, um für ferne und für nahe Gegenstände eine Deutlichkeit und Schärfe zu erzielen; wie aber der Mensch ohne schiebbaren Kasten und ohne Schraube am Auge und ohne vieles Probiren die Einstellung sehr richtig trifft, und eine Arbeit, bei welcher ein geübter Daguerreotypist mindestens 20 Sekunden braucht, so schnell vollführt, daß er mit Einem Blick von einem nahen auf einen fernen, von diesem wieder auf einen nahen Gegenstand sehen kann, ohne von der jedesmal nöthig gewordenen passenden Einstellung etwas zu merken.

Beiläufig wollen wir nur noch sagen, daß der Daguerreotypist oder Photograph nunmehr die matte Scheibe fortnimmt und genau an dieselbe Stelle, wo diese gestanden hat, eine chemisch zubereitete Platte hinstellt, welche vom Licht verändert wird. Das Bildchen, das früher auf die matte Scheibe fiel, fällt nun auf die chemisch zubereitete Platte und bringt dort eine Veränderung auf der Platte hervor, welche das Bildchen verewigt, das sonst von der matten Scheibe schwindet, so wie die Person sich entfernt.

Da dieser, der chemische Theil der Daguerreotypie und Photographie nicht in unser Thema gehört, so wollen wir uns nicht weiter dabei aufhalten und schließlich nur noch eins merken, das uns näher angeht.

Wenn der Daguerreotypist seine Aufnahme an der Kamera vollendet hat, setzt er auf die Linsen vorn eine Kapsel auf, damit die Gläser nicht durch Staub verunreinigt werden. Daß auch wir eine Kapsel haben, weiß ein Jeder; wir schließen die Augenlider, wenn wir das Auge ruhen lassen wollen. Wie interessant aber selbst

diese Kapsel ist und welche Dienste sie der mitgebrachten Kamera-Obscura leistet, das wollen wir noch in der Folge sehen, um selbst in diesen Nebendingen Respekt vor der schönen Erfindung zu lernen, die wir ohne alle Weisheit mit zur Welt bringen.

XXXI. Wir besehen uns den Bau des Auges.

Wir haben es bereits erwähnt, daß auch das Auge eine Kamera-Obscura ist, daß das erste menschliche Wesen, das einst zur Welt kam, schon Veranlassung gehabt hätte, über diese schöne mitgebrachte mechanische Erfindung nachzudenken, daß aber Jahrtausende und Jahrtausende vergingen, ehe ein Mensch hiervon eine Ahnung hatte, und erst als ein Italiener, Namens Porta, vor zweihundert Jahren eine Kamera-Obscura herstellte, kam man nach langen Forschungen dahinter, wie man so gar lange Zeit mit sehenden Augen blind gewesen ist! —

Wir haben das Recht, uns zu freuen, daß wir in einer Zeit leben, wo das Licht der Naturwissenschaft wenigstens begonnen hat, den Geist der Menschheit zu erleuchten; darum aber dürfen wir es auch nicht verabsäumen, uns so viel als möglich von dieser Wissenschaft anzueignen. Vorerst wollen wir uns den Bau des Auges klar machen.

Was ein Jeder beim Anblick eines menschlichen Auges oft genug wahrnimmt, ist, daß das Auge von zwei Lidern, von zwei Hautfalten, bedeckt werden kann. Das untere Augenlid, eine Hautfalte von der Backe, kann ein wenig nach oben gehoben werden; das obere Augenlid, eine Falte der Stirnhaut, kann tief herabgesenkt werden; und geschieht dies, so verschließen die Lider das Auge, so daß man nicht sehen kann.

Man darf sich hierbei nicht denken, daß dadurch etwas am Auge selber geändert worden ist, denn dies ist nach wie vor für Licht empfänglich. Man kann sich hiervon am besten überzeugen, wenn man vom Zimmer aus das Gesicht mit geschlossenen Augen einer von der Sonne hell beschienenen weißen Mauer zuwendet, und die Hand mit gespreizten Fingern vor dem geschlossenen Auge vorüber führt. Man merkt in solchem Falle nicht nur sehr gut den Unterschied, ob sich ein Finger vor dem Auge befindet oder nicht, sondern ist sogar bei einiger Uebung im Stande, die Zahl der Finger anzugeben, die dem Auge vorübergeführt werden. — Die Augenlider sind nur die Kapsel des Auges, die Gardinen, welche ihm das Licht zum Theil entziehen, die aber doch nicht so dick sind, daß gar kein Schimmer hindurch dringt. Das Auge ist unter dem geschlossenen Lid so licht-empfindlich, daß viele Menschen des Nachts erwachen, wenn man ein Licht in dem Zimmer anzündet, andere wieder, die bei der Nachtlampe schlafen wachen auf, wenn sie erlöscht.

Die Augenlider gehören also nicht direkt zum Auge; sie verschließen nur die Höhle, in welcher das Auge liegt, und welche man die Augenhöhle nennt.

Am Todtenkopf wird wohl Jeder die außerordentliche Größe dieser Augenhöhlen schon oft mit Staunen gesehen haben. Sie sind indessen beim lebenden Menschen kleiner, weil diese von Knochenrändern gebildeten Höhlen inwendig noch mit Muskeln und Fettlagern ausgepolstert sind, so daß nur ein kugelrunder Raum bleibt, den das Auge ausfüllt.

Das menschliche Auge nämlich, welches von den Augenlidern umschlossen, länglich eiförmig erscheint, ist in der That eine fast vollkommene Kugel, und wird deshalb auch Augapfel genannt, worunter man nicht etwa einen Theil

des sichtbaren Auges, sondern die ganze Kugel versteht, von der man nur einen länglichen Theil sieht. Das Auge, wie es wirklich in der Augenhöhle liegt, hat auch insofern Aehnlichkeit mit einem Apfel, als es hinten an einem ziemlich dicken Nervenfaden angewachsen ist, wie ein Apfel an einem Stiel, während es in seiner gepolsterten Höhle sonst so frei liegt, daß es nach allen Richtungen hin, nach rechts, nach links, nach oben und nach unten, und auch etwas nach vorn und nach hinten vermittelst eines vorzüglichen Muskelapparates bewegt werden kann.

Da es uns darauf zunächst ankommt, daß wir in unserer Bezeichnung der Theile des Auges kein Mißverständniß bei unsern Lesern veranlassen, so wollen wir uns vorerst diesen Augapfel ganz aus der Höhle genommen denken. Wir wollen ihn von den Muskeln, die zu seiner Bewegung dienen, befreien, und uns die bloße Kugel vorstellen, an welcher wir nur den Stiel, den Nervenfaden, lassen wollen, der so ziemlich am hintersten Theile der Kugel sitzt, wenn wir den sichtbaren Theil des Auges den vorderen nennen.

Legen wir diese Kugel so vor uns auf einen Tisch nieder, daß der Stiel auf der Tischplatte ruht, so haben wir das Auge mit dem vordern Theil obenauf vor uns liegend. In dieser Stellung sehen wir, wie die Augenlider einst von unten und oben einen Theil der Kugel verdeckt hatten, so daß es eiförmig erschien. Die Kugel, die vor uns liegt, ist im Ganzen weiß und undurchsichtig; nur vorn, und in der jetzigen Lage oben, erhebt sich eine durchsichtige Wölbung unter einer feinen, glashellen Haut; fühlt man diese Wölbung leise an, so merkt man beim Druck, daß unter der feinen Glashaut eine wässerige Flüssigkeit enthalten ist, und blickt man von allen Seiten durch diese Glashaut, wie durch ein Fenster, hinein in's

Auge, so merkt man schon, daß man bis in eine gewisse Tiefe hineinblicken kann.

Das Erste, was wir nun in Augenschein nehmen, ist das, was wir den farbigen Ring des Auges nennen. Wir meinen jenen Ring, der bei manchen Personen blau, bei manchen grau, bei manchen braun, bei manchen gemischt aussieht, immer aber einen tief schwarzen Flecken in der Mitte hat, den Viele irrthümlich den Augapfel nennen. Dieser farbige Ring, das merkt man recht deutlich beim genauen Besehen von allen Seiten, ist nichts anderes als eine flache runde Scheibe, welche tief unter der gewölbten wässerigen Flüssigkeit liegt, und der tief schwarze Fleck in der Mitte ist nichts anderes als ein Loch in dieser Scheibe, durch welches man hindurch sehen kann bis in die Tiefe des Auges.

Schon dieser bloße Anblick lehrt, daß Lichtstrahlen, welche auf's Auge fallen, durch die weiße Haut der ganzen Kugel nicht hindurchdringen, dagegen durch die glashelle, gewölbte Haut und der darunter befindlichen Flüssigkeit hindurchgehen. Hier treffen sie auf den wie eine Wand ausgespannten farbigen Ring, der wiederum die Strahlen nicht weiter läßt. Da aber in der Mitte dieses Ringes ein Loch ist, so dringen die Strahlen, die auf diese Oeffnung treffen, in's Innere des Auges und veranlassen dort das, was man die Wahrnehmung der Lichtstrahlen oder das Sehen nennt.

Wir müssen demnach jetzt das Innere des Auges näher kennen lernen.

XXXII. Die Durchsichtigkeit des Innern unseres Auges.

Durch das Sehloch, den schwarzen Kreis in der Mitte des farbigen Ringes, dringt das Licht in's Auge; man

kann aber auch deshalb in's Sehloch hineinsehen und hat in neuerer Zeit ein kleines Instrument erfunden, durch welches man im Stande ist, tief in's Innere des Auges hineinzublicken, und die vielfachen Ursachen theilweiser oder gänzlicher Erblindung, zum Heil vieler Leidenden vollkommen deutlich zu sehen.

Obwohl die Mittheilung über dieses Instrument, das man den Augenspiegel nennt, nicht direkt zu unserem Thema gehört, halten wir es doch für unsere Pflicht, dieselbe unsern Lesern hier vorzuführen, weil gerade bei Augenkrankheiten die Wunderkuren mit Augenwassern und Augensalben außerordentlich häufig vom Volk in Anspruch genommen werden, und weil wir hoffen, daß eine Beschreibung des von jedem gebildeten Arzt jetzt gebrauchten Augenspiegels hinreichen wird, Jedermann zu überzeugen, welch' wichtiges Mittel sich in der Hand des denkenden Arztes befindet, um die Ursache vieler Augenübel mit Sicherheit und Leichtigkeit zu entdecken. Daß dies ein unendlich großer Vortheil für die Heilung ist, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden.

Die Einrichtung des Augenspiegels ist eigentlich sehr einfach, und man wird dessen Dienst sehr leicht begreifen, sobald man sich nur klar macht, weshalb es ohne Augenspiegel so schwierig ist, durch das offene Sehloch hinein in's Innere des Auges zu blicken, um dessen Zustand zu untersuchen. — Eine bekannte Erfahrung lehrt, daß man vom dunkeln Raum ganz vortrefflich in den hellen Raum hineinsehen kann, daß man jedoch vom hellen Raum aus nichts sehen kann, was sich im dunkeln Raum befindet. Von der dunkeln Stube aus sieht man am Tage vortrefflich durch die Fensterscheiben auf die hellere Straße; von der hellern Straße aus jedoch sieht man sehr schlecht durch's Fenster in die dunklere Stube. Bei Nacht da-

gegen, wenn die Stube besser erleuchtet ist als die Straße, kann man durch das Fenster vortrefflich von der Straße in die Zimmer, dagegen sehr schlecht vom hellen Zimmer auf die dunklere Straße sehen. Wer wenig gesehen werden und viel sehen will, der stellt sich im Gesellschaftszimmer in eine dunklere Ecke; wer den hellsten Raum aufsucht, wird leicht gesehen werden, aber selbst wenig sehen.

Stellen wir uns nun den Arzt und ihm gegenüber den Augenkranken vor, so soll das Auge des Arztes in's Auge des Patienten hineinblicken. Stellen sich Beide in's Helle, so wird zwar das Auge des Patienten inwendig gut beleuchtet; allein auch das Auge des Arztes ist in gleichem Maße heller beleuchtet, wodurch er schlechter sieht; stellen sie sich in's Dunkele, so kann zwar das Auge des Arztes gut sehen, allein in das Auge des Patienten dringt zu wenig Licht, um den Raum hinreichend zu beleuchten.

Der Augenspiegel ist nun ein Instrument, das diesem Uebel in sehr einfacher Weise abhilft. Der Arzt führt den Patienten in ein dunkeles Zimmer, worin nur eine Lampe brennt, und stellt den Patienten so hin, daß nur sein halbes Gesicht vom Lampenlicht beleuchtet wird. Nun hält der Arzt ein Spiegelchen von der Größe eines Thalers schräg zwischen Auge und Nase des Patienten, und zwar so, daß der Lichtstrahl von der Lampe auf den Spiegel und vom Spiegel in's Auge des Patienten hinein fällt, wodurch das Auge des Patienten im Innern hell erleuchtet wird. Nun aber ist im Spiegel ein kleines Loch angebracht, an welches der Arzt sein unbeleuchtetes Auge bringt. Das Auge des Arztes ist also dunkel, das Auge des Patienten inwendig beleuchtet, und hierdurch vermag der Arzt tief in's Auge hineinzusehen, und es gelingt ihm, durch Uebung nicht nur die Ursache der Augenkrankheit ausfindig zu machen, sondern auch manche andere versteckte Krankheit in den Er-

scheinungen im Innern des Auges zu entdecken. Der interessante Fall ist in jüngster Zeit vorgekommen, daß der hiesige vorzügliche Augenarzt Gräfe im Auge eines Patienten, der über nichts als über geschwächte Sehkraft zu klagen wußte, vermittelst des Spiegels Ablagerungen von Eiweiß entdeckte, woraus er schloß, daß der Patient an einer gefährlichen Nierenkrankheit leide, wovon der Patient keine Ahnung hatte. Die Untersuchung und Behandlung des Patienten durch Professor Romberg ergab die Richtigkeit dessen, was Gräfe im Innern des Auges gesehen hatte.

Das interessante Instrument, der Augenspiegel, gehört nun, wie gesagt, nicht direkt in unser Thema; für uns ist er nur in so weit wichtig, als wir versichern dürfen, daß man durch denselben im Stande ist, das Innere des lebendigen Auges zu durchspähen und sich zu überzeugen, daß namentlich beim lebendigen Auge dasjenige, was den Augapfel im Ganzen ausfüllt, klar und durchsichtig ist, als ob das reinste Krystallglas die undurchsichtige Kugelschale erfüllte. — Am todten Auge trüben sich die Flüssigkeiten zu schnell und gewähren in dieser Beziehung keinen solch' augenscheinlichen Beweis von der vortrefflichen Durchsichtigkeit des Inhalts der Augenkugel.

Was aber ist nun im Innern des Auges?

Diese Frage wollen wir im nächsten Abschnitt beantworten, und nur hier noch die Bemerkung anschließen, daß die schwarze Farbe des Sehloches nur von dem Schimmer einer sammtschwarzen aderreichen Haut herrührt, welche die innere hohle Kugelfläche des Auges austapezirt, ganz so, wie wir die innere Fläche der Kamera-Obscura schwarz angestrichen haben. Bei manchen Menschen fehlt diese eigenthümliche schwarze Farbe der inwendigen Aderhaut-Tapete, und deshalb schimmert durch das Sehloch die Röthe der Aderhaut hervor. Die Augen solcher Menschen,

die man Albinos, oder in der Volkssprache „Kakerlaken" nennt, sollen nicht schwächer an Sehkraft sein als andere, sondern nur nicht so ausdauernd den Lichteindruck vertragen können, was ihren Blick etwas schneller und deshalb auch eigenthümlich unruhiger macht. — Daß man hierin keinen Grund zu Vorurtheilen gegen solche Menschen hat, das brauchen wir hoffentlich nicht unsern Lesern einzuschärfen, da der Werth des Menschen in seinem sittlich freien Willen, und nicht im Farbenspiel der Haare, der Haut und der Augen liegt.

XXXIII. Wir gehen in's Auge hinein.

Wenn man das Innere des Auges kennen lernen will, so thut man am besten, wenn man das Auge eines frisch geschlachteten Kalbes oder Ochsen von allen ihm anliegenden Muskeln und Nerven befreit und die bloße Augenkugel so vor sich hinlegt, daß man in das Sehloch von oben hineinsehen kann.

Man wird zunächst die glashelle Haut vor sich haben, die sich wie ein Uhrglas mitten auf der weißen Haut der Augenkugel erhebt und unter welcher sich die glashelle Flüssigkeit befindet, durch welche der Farbenring sammt seinem Sehloch hervorschimmert.

Mit einer feinen Scheere kann man diese Glashaut durchstechen und einen Schnitt hinein machen. Es wird sofort die wässerige Flüssigkeit ausfließen; aber man wird sogleich sehen, daß diese Flüssigkeit nur einen sehr kleinen Theil vom Inhalt des Auges ausgemacht, und daß man mit dem Einschnitt nur eine Vorkammer des Auges geöffnet hat. —

In der That ist dies der Fall. Diese Vorkammer

hat an sich nicht sonderliche Bedeutung: es hat nichts Gefährliches auf sich, wenn man bei einer Operation diese Glashaut öffnet, das Wasser der Vorkammer abfließen läßt, denn die Glashaut wächst sehr leicht wieder zu und die wässerige Flüssigkeit ersetzt sich sehr schnell.

Schneidet man mit der Scheere die Glashaut ringsum aus, so wird man bemerken, daß dieses wie das feinste Uhrglas aufgelegte Häutchen zwar sehr klar und durchsichtig, aber doch recht fest und derbe ist und schon manchen Stoß vertragen kann, ohne beschädigt zu werden.

Wir haben jetzt die ganze abgedeckte Vorkammer vor uns, und können mit einer Nadel den Farbenring ein wenig heben und senken, um denselben näher zu besehen. Man nennt diesen Ring, die Iris, oder deutsch: die Regenbogenhaut, während man das Sehloch mit dem Namen Pupille bezeichnet. — Mit bloßem Auge giebt es am farbigen Ring gerade nicht viel Wunderbares zu sehen und daß man an einem Loche selbst mit dem besten Mikroskop von der Welt nichts sehen kann, wird uns Jeder glauben; gleichwohl ist dieser Ring, oder diese Haut mit seiner runden Oeffnung in der Mitte ein äußerst merkwürdiges und wundervolles Ding, von dessen Aufgabe, Beschaffenheit und interessanten Kunststücken wir noch weiterhin werden zu sprechen haben.

Für jetzt wollen wir nur einmal sehen, wie weit das Gebiet der Vorkammer sich erstreckt. Die eine Glaswand der Vorkammer haben wir weggeschnitten; der farbige Ring liegt jetzt vor uns, als eine Haut, die wie eine zweite Mittelwand in der Vorkammer ausgespannt ist; das offene Loch führt in den hintern Raum der Vorkammer und wir können uns durch eine Stricknadel, mit der wir in diesen Raum eindringen, überzeugen, daß wir bald auf eine da-

hinter liegende Wand stoßen, die das Ende der Vorkammer bildet. —

Sehen wir zu, was an dieser Hinterwand ist und was in dem Raum steckt, den der undurchsichtige farbige Ring verdeckt. Wir machen nun mit der Scheere auch in den Ring einen Einschnitt und versuchen, ihn ebenfalls rund auszuschneiden, so daß wir die Mittelwand der Vorkammer auch abgelöst und nur die Hinterwand und was drum und dran ist, besehen können.

In dieser Hinterwand ist eben das wesentliche Instrument des Auges, denn wir sehen nunmehr, daß vor uns und zwar genau unter der Stelle hinter dem Sehloch, eine Krystalllinse liegt, die bedeutend größer ist als das Sehloch, und deren Rand eben von dem farbigen Ring verdeckt war. Wir sehen von der Linse freilich vorerst nur die obere Fläche, die wiederum wie ein Uhrglas gewölbt vor uns liegt. Der Rand der Linse, die ganz wie ein dickes Brennglas aussieht, ist rings eingefaßt in einem nerven- und aderreichen Kranz, der Strahlenkörper genannt wird. Die hintere Fläche der Linse liegt eingebettet in einer Masse, die äußerst klar und durchsichtig ist und zu welcher wir sogleich kommen werden.

Die Krystalllinse hat zuviel Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Brennglas, als daß man irgend wie zweifeln könnte, daß sie nur die Stelle derselben, oder richtiger die Stelle einer Glaslinse an optischen Instrumenten ersetzt. Die Linse des Auges ist aber nicht aus Glas und nicht aus Krystall, sondern wie neuere Untersuchungen ergeben haben, aus Häutchen gearbeitet, die äußerst durchsichtig sind und verhältnißmäßig sehr wenig Flüssigkeit enthalten. Außerdem ist sie mit einem äußerst klaren durchsichtigen Häutchen umgeben, das man die Kapsel der Linse nennt.

Man sollte es kaum glauben, daß es schon zu den

gar nicht seltenen Operationen gehört, daß der geschickte Augenarzt mit einem Instrument in's lebendige Auge hineinsticht, die vordere Glashaut durchsticht, das Wasser abfließen läßt, in's Sehloch hineingeht, um die Krystalllinse, wenn sie durch irgend welche Umstände ihre Durchsichtigkeit verloren hat, ganz und gar aus dem Wege zu räumen. —

Nach alter Methode schiebt man die Linse tief nach unten in's Auge, wo sie sich dann von selber ganz auflöst; nach neuern glücklichen Operationen holt man sie heraus. In beiden Fällen ersetzt man die Linse, die früher im Auge war, durch eine Glaslinse, die man dem Operirten vor's Auge giebt, das heißt durch eine Brille, an der das Glas für das operirte Auge in der Mitte sehr dick ist, je nach dem Ersatz, den man dem Auge für die ihm entrissene Krystalllinse geben muß.

Da man dies schon an lebenden Augen macht, so wollen wir's mindestens am todten Auge versuchen. Wir machen demnach einen kleinen Schnitt in die Linsenkapsel, und auf leisen sichern Druck springt die Linse von selber heraus.

Was wir nun vor uns haben, das wollen wir im nächsten Abschnitt besehen.

XXXIV. Der sogenannte Glaskörper im Auge.

Wenn man die Krystalllinse herausgeholt, so sieht man die Grube, in welcher sie gelegen hat, und zwar ringsum mit dem Rand in der strahligen, krausenartigen Masse, die wir bereits bemerkt haben, mit der unten stark gekrümmten Fläche, jedoch auf einer äußerst hellen glasartigen, aus feuchten Häuten bestehenden Masse, welche den ganzen übrigen Raum der Augenkugel ausfüllt.

Man nennt diese Masse den **Glaskörper** und wird sich eine richtige Vorstellung von seiner Gestalt machen, wenn man sich ihn als eine halbe Kugel denkt, die auf der oberen Fläche eine Grube hat, worin die Krümmung der Krystallinse hineinpaßt.

Dies, was wir hier vorgeführt haben, ist der ganze Inhalt der Augenkugel, soweit es sich nämlich um die Höhlung handelt, in welche das Licht hineindringt. Nimmt man all dies so weit es geht heraus, so hat man nur eine hohle Kugel vor sich, gebildet aus dicken Häuten, die wir noch kennen lernen werden, die wir aber für den Augenblick noch außer Betracht lassen wollen, um nur noch einmal den Weg zu bezeichnen, welchen das Licht, von draußen eindringend, in's Auge hinein nimmt.

Die Lichtstrahlen treffen demnach zuerst auf die glashelle Haut, die sich wie ein Uhrglas über dem Farbenring des Auges wölbt. Sodann gehen die Strahlen durch eine kleine Schicht Wasser, welche unter dieser Haut sich befindet, und treffen auf den ausgespannten Ring, der undurchsichtig ist, also die Strahlen nicht durchläßt. Aber diejenigen Strahlen, welche auf das Loch in der Mitte des Ringes treffen, gehen weiter ihren Weg in's Innere des Auges und treffen dort auf die Linse, durch welche sie, ganz wie durch ein Brennglas, eine Glaslinse, während des Durchganges eine Brechung erleiden; nun treten sie in den halbkugelförmigen Raum des Glaskörpers ein, der den hintern Raum der Kugel ausmacht, und mit seiner Kugelfläche genau anliegt an die hinterste becherförmige Wand des Auges.

Und hier drinnen, auf dieser becherförmigen Wand des Auges, entsteht dadurch ganz eben solch ein Bildchen von der Welt draußen, die von allen Punkten her Lichtstrahlen aussendet, ganz wie es in der Hinterwand der

Kamera-Obscura entsteht, und zwar netto nach den Gesetzen, welche die Lehre vom Licht und dessen Berechnung durch durchsichtige Linsen ergiebt.

Ist dies wirklich so? hat schon Jemand dies Bildchen gesehen?

Es hat es nicht nur Jemand gesehen, sondern es sieht es Jeder, der überhaupt Augen hat um zu sehen; denn in Wahrheit sehen wir die Welt draußen außer unserm Auge nur, weil wir ein Bildchen von dieser Welt im Innern des Auges haben. — Aber man kann das Bildchen jedem Ungläubigen oder Abergläubigen zeigen, der aus Unglauben an die Wissenschaft oder aus Aberglauben und Wundersucht an ihrer Behauptung zweifelt; man kann das Bildchen in jedem Auge eines frischgetödteten Thieres zeigen, das in geeigneter Weise hierzu eingerichtet wird, oder bereits im natürlichen Zustande die nöthige Einrichtung hat, wie es z. B. bei dem weißen Kaninchen der Fall ist.

Nimmt man das Auge eines solchen Kaninchens unmittelbar nach dem Tode heraus, reinigt die Augenkugel und legt sie so in eine passende Papierrolle, daß das Sehloch nach der einen Seite der offenen Rolle gerichtet ist, so braucht man es nur mit dieser Seite nach dem Fenster zu kehren, um an der äußeren Hinterwand des Auges das Bild des Fensters und aller Gegenstände auf der Straße, verkleinert und verkehrt zu erblicken. — Wenn ein Gleiches beim Menschenauge oder den Augen mehrerer Thiere nicht der Fall ist, so rührt es nur von der Undurchsichtigkeit eines schwarzen Farbestoffes in einer der Umhüllungshäute her; nimmt man diese in geeigneter Weise an einer Stelle der Hinterwand ab, so kann man das Bildchen auch in solchen Augen zeigen. —

Daß das Auge eine Kamera-Obscura, und zwar eine solche nach denselben Gesetzen der Optik, wie die künstliche

Kamera ist, welche wir verfertigt haben, steht außer allem Zweifel. Das Auge ist nur unendlich besser, vortheilhafter, gesetzmäßiger, dauerhafter, und mit merkwürdiger Vorsorge verfertigt. Es ist nicht nur all' das, was d'rum und d'ran ist, so weit wir es bis jetzt verstehen, so angelegt, daß wir es überaus geistreich und scharfsinnig nennen müssen, sondern es giebt noch gar Vieles im Auge, zu dessen Weisheit wir uns noch nicht erhoben haben; das heißt, wir klugen Menschen sehen noch gar Vieles nicht ein, was wir Gescheites, ohne es zu wissen, mit zur Welt bringen.

Indem wir auf die erkannten und die noch unerklärten Vorzüge des Auges recht bald unsere Aufmerksamkeit richten wollen, haben wir für jetzt nur noch über den nunmehr bereits besprochenen Haupttheil des Inhalts der Augenkugel, über den die Hälfte des Kugelraumes ausfüllenden Glaskörper, einige Bemerkungen zu machen, welche die gegenwärtig in Aufschwung begriffene Augenheilkunde betreffen.

Es ist leicht einzusehen, daß Trübungen in diesem Glaskörper das Bildchen im Auge und somit das Sehen desselben beeinträchtigen; nun ist es mit dem Glaskörper nicht wie mit der Linse, welche man herausholen und durch ein danach geschliffenes Brillenglas ersetzen kann. Denn der Glaskörper ist unmittelbar mit einem Netz eines Nerven in Berührung, der eigentlich das Sehen vermittelt, und der mit verletzt würde, wenn man den Glaskörper etwa abnehmen und ihn durch passende Brillen ersetzen wollte. Gleichwohl kommen Trübungen im Glaskörper öfter dadurch vor, daß sich ein wenig Blut von der Aderhaut aus in's Auge ergießt, wodurch zeitweise Blindheit erfolgen kann. Der Augenspiegel, von dem wir bereits gesprochen haben, hat auch hierin Vorzügliches geleistet; wenn es auch nur darin besteht, daß man den Bluterguß

beobachten, durch anderweitige Mittel sein Schwinden befördern und nach öftern Untersuchungen und Vergleichungen mit ziemlicher Sicherheit die Zeit angeben kann, wo das Uebel geschwunden sein wird. —

XXXV. Die Vorzüge des Auges.

Die Vorzüglichkeit des Auges im Vergleich mit einer künstlichen Kamera-Obscura läßt sich erst einsehen, wenn man die einzelnen Theile des Auges in Betracht zieht.

Die äußere Form des Auges ist von der Kamera verschieden. Die Kamera hat meist die Form eines Kastens oder eines Cylinders, während das Auge die Kugelform besitzt; und das ist schon ein wesentlicher Vortheil auf Seiten des Auges. Es läßt sich nämlich leicht nachweisen, daß auf der glatten, ebenen matten Scheibe der Kamera immer nur ein einziger Punkt die genaueste richtige Entfernung von der Linse hat, um ein scharfes Bild zu geben. Man kann im vollsten Sinne des Wortes sagen, daß in jedem Bildchen der Kamera-Obscura nur ein einziger richtig und scharf gezeichneter Punkt vorhanden ist, während alles übrige stets undeutlicher wird, je entfernter es von diesem schärfsten Punkte liegt. Der Grund hiervon liegt darin, daß, wenn die matte Scheibe so genau gestellt wird, daß sie mit ihrem Mittelpunkt in der richtigen Entfernung von der Glaslinse steht, jede neben diesem Punkte liegende Stelle der matten Scheibe schon zu weit von der richtigen Entfernung absteht. Nur wenn die matte Scheibe eine kugelartige Form hat, ist es möglich, daß schon ein ganzes Stück derselben in der richtigen Entfernung sich befinde und demnach die richtige Schärfe nicht mehr auf einen einzigen Punkt beschränkt bleibe.

Im Auge ersetzt die becherförmige Hinterwand desselben, woran der Glaskörper anliegt, die Stelle der matten Scheibe. Die Hinterwand hat also eine Art Kugelform, die zwar bei verschiedenen Thieren verschieden ist, je nach der Beschaffenheit der Linse, die aber in allen Fällen das Gebiet der richtigen Schärfe der Bilder vergrößert. Höchst merkwürdig ist es, die Verschiedenheiten der Augen bei verschiedenen Geschöpfen und zwar die Verschiedenheit der Linse und die hierzu passende Form der Hinterwand des Auges zu betrachten; denn man nimmt hierbei wahr, daß stets das Auge treffend so eingerichtet ist, daß es für das Bereich passe, in welchem das Thier zu leben bestimmt ist. Wer sich einen Karpfenkopf gut schmecken ließ, wird wohl schon bemerkt haben, daß im Auge desselben eine kleine weiße Kugel liegt, etwa von der Größe einer Erbse. Diese Kugel ist die Linse des Auges beim Fisch, und man sieht, wie hier die Linse zur Erbse wird. Der Grund davon ist, daß der Fisch, der den Beruf hat, im Wasser zu leben und das Auge zu benutzen, auch eine ganz andere Kamera braucht als ein in der Luft lebendes Wesen, denn im Wasser hat die Brechung der Lichtstrahlen in ganz anderem Maße und weit stärker statt als in der Luft. Auch Vögel, die in der Luft leben, haben Linsen, die verschieden sind von denen der Landthiere; denn die Vögel, namentlich diejenigen, die sich zu außerordentlicher Höhe in der Luft erheben, haben ebenfalls durch die Verdünnung der Luft in diesen Höhen ganz andere Verhältnisse der Lichtbrechung wie die Thiere, welche sich nicht über den Boden der Erde erheben können. Es liegt in diesen Verschiedenheiten der Formen des Auges noch viel Unerforschtes und vielleicht Unerforschliches für unsern Stand der Wissenschaft; nur soviel steht fest, daß eine Brille, welche den Dienst einer Linse bei einem operirten Menschen ersetzt, ihren Dienst

bei einem operirten Hecht versagen würde. Die Geschöpfe haben Augen, die zwar alle nach optischen Gesetzen geschaffen sind, aber nach einer Optik, die für jede Gattung, die in andern Verhältnissen lebt, anders zu berechnen ist.

Die Krümmungen in den optischen Werkzeugen im Auge des Menschen sind noch besonders dadurch merkwürdig, daß die Vorderseite der Linse genau die Krümmung einer Ellipse, die Hinterseite genau die Krümmung einer Parabel, während die Hinterwand des Auges die Krümmung einer Kugel hat. Wer aber in der Mathematik nicht ganz fremd ist, der wird zugestehen, daß diese eigenthümlichen Krümmungen in ihrem Zusammentreffen nicht zufällig sein können, und wenn sie in einander wirken, dies nur nach dem genauesten, wohlberechnetsten Plan geschehen kann.

Sehen wir von diesem Umstande hier ab, der wegen seiner ihm zu Grunde liegenden, streng mathematischen Gesetze nicht geeignet ist zur kurzen, allgemein verständlichen Behandlung, so haben wir noch auf eine ganze Reihe anderer Umstände aufmerksam zu machen, durch welche das Auge zur wundervollsten Kamera-Obscura wird.

Wir haben es bereits erwähnt, daß man gegenwärtig zu einer guten Kamera-Obscura, wie sie die Photographen gebrauchen, zwei doppelte Linsenpaare nimmt. Der Grund hiervon ist, daß bei jeder einfachen Linse die Gegenstände farbige Säume um sich haben, welche das Bild sehr unscharf machen; das System der Doppellinsen beruht darauf, daß man die Lichtstrahlen durch zwei Glasarten von verschiedener Dichtigkeit gehen läßt, welche deshalb eine verschiedene Farbenzerstreuung haben, wobei man durch Rechnung und Versuche eine solche Zusammenstellung der zwei Linsen finden kann, daß die Farben der beiden sich gegenseitig aufheben. Die Erfindung, zwei verschiedene Glas-

arten von verschiedener Brechbarkeit des Lichtes zu Linsen zu benutzen, hat der große deutsche Mathematiker und Naturforscher Leonhard Euler vor hundert Jahren bereits gemacht; aber er gestand, daß die Betrachtung des menschlichen Auges ihn hierauf geführt, und als später der englische Mechaniker Dollon die Idee Euler's verwirklichte und es sich praktisch herausstellte, daß man farbenfreie Linsenpaare machen kann, wurde es allgemein anerkannt, daß diese Praxis schon so alt ist, wie das erste Auge, welches das Licht der Welt erblickt hat.

Die Krystallinse und der Glaskörper im Auge sind zwei durchsichtige Massen, welche die Lichtstrahlen in verschiedener Weise brechen, und sie sind so an einander gelegt und im Auge geordnet, daß die Farbenränder sich gegenseitig aufheben.

Man schätzt gute Doppellinsen, die keine farbigen Bilder sehen lassen, außerordentlich hoch, obgleich jetzt die Herstellung derselben ziemlich fabrikmäßig betrieben wird; im Auge ist diese Kunst so vortrefflich erreicht, daß es Anstrengung kostet, in der deutlichen Sehweite die farbigen Ränder willkürlich hervorzurufen, was nur solchen Menschen gelingt, die willkürlich das Schielen mit den Augen verstehen.

XXXVI. Die Lichtblende.

Im Auge befindet sich noch eine Vorrichtung, die an der Kamera-Obscura gleichfalls angewendet wird; aber die Vorrichtung, wie sie im Auge vorhanden ist, ist so vorzüglich, daß man kaum für jetzt an die Möglichkeit denken kann, dergleichen für eine künstliche Kamera zu erfinden.

Diese Vorrichtung besteht darin, daß der farbige Ring

des Auges, der vor der Linse liegt, erstens dazu dient, das Licht vom Rande der Linse abzuhalten, und zweitens, daß der Ring sich derart sowohl nach dem Rand, wie nach der Mitte hin zusammenziehen kann, daß das Sehloch in der Mitte bald größer, bald kleiner wird. —

Es ist eine in der Lehre von der Brechung des Lichtes anerkannte und erklärte Thatsache, daß die Lichtstrahlen, welche durch den Rand einer Glaslinse gehen, einen andern Vereinigungspunkt haben als die Lichtstrahlen, welche durch den mittlern Theil der Linse gehen. Es wird daher in jedem Fernrohr wie in jeder Kamera-Obscura stets eine Blende angebracht, das heißt, ein Ring, der die Randstrahlen abhält und nur das Licht durch den mittlern Theil der Linse wirken läßt. — Es ist nun leicht einzusehen, daß wenn die Blende einen breiten Theil des Randes verdeckt, also nur durch ein kleines Loch in der Mitte die Lichtstrahlen durchläßt, die Wirkung des Lichtes eine reinere und schärfere, aber auch im selben Maße eine sehr schwache sein wird; da eben nur wenig Lichtstrahlen hier wirken können. Verdeckt dagegen die Blende nur einen schmalen Theil des Randes, so entsteht durch das reichlich eindringende Licht zwar ein helleres, aber auch zugleich weniger reines und scharfes Bildchen.

Die Photographen, die bei sehr verschiedenem Wetter die Anfertigung von Bildern durch die Kamera-Obscura vorzunehmen haben, sind deshalb zur Benutzung sehr verschiedener Blenden genöthigt. Ist das Wetter sehr hell, wirkt also das Licht stark ein, so setzen sie vor der Linse in allen Fällen, wo es ihnen nicht um kurze Sitzungszeit, sondern um ein scharfes feines Bild zu thun ist, eine Blende ein, die nur ein kleineres Loch in der Mitte hat. Bei dunklem Wetter müssen sie möglichst viel Licht in die Kamera dringen lassen und sie arbeiten deshalb ohne ein-

gesetzte Blende, oder richtiger: mit der schmalen Blende, welche bereits im Instrument angebracht ist. Hauptsächlich geübt auf die Benutzung verschiedener Blenden müssen solche Photographen sein, welche Lichtbilder von Landschaften oder Gemälden anfertigen, wo es nicht auf schnelle, sondern auf feine scharfe Wirkung ankommt, die stets desto günstiger erreicht wird, je heller das Licht und je größer die Blende ist.

Die Photographen fertigen sich deshalb verschiedene Blenden von steifem Papier an, das sie rund schneiden, um es in's Instrument vor der Linse einsetzen zu können, und in dessen Mitte, je nach Bedürfniß, bald einen kleineren, bald einen größeren Kreis ausschneiden, durch welchen sie das Licht in die Kamera eindringen lassen. Da wir nun im Auge eine Kamera-Obscura besitzen, welche bei sehr verschiedenem Lichte wirksam sein muß; eine Kamera, die uns im hellsten Sonnenschein ebenso ihre Dienste leisten soll, wie in dunkeler Nacht, wo nur der Schimmer des Sternenlichtes zu uns gelangt, so ist die Einrichtung des farbigen Ringes im Auge vor der Glaslinse, wie wir sogleich sehen werden, von unübertrefflichem Werthe.

Der farbige Ring des Auges ist undurchsichtig, denn er ist von innen schwarz belegt; es dringen daher keine Strahlen durch denselben. Der Ring liegt so, daß er vor Allem die Ränder der Linse deckt und nur die Strahlen durch die Mitte eindringen läßt, die durch das Sehloch gehen; denn die Mitte des Sehloches liegt ganz genau vor der Mitte der Linse. Außerdem aber besitzt der farbige Ring ein so feines Gewebe von Muskeln und Bewegungsnerven, daß er bei der leisesten Veränderung des Lichtes das Sehloch bald erweitert, bald verengt, je nachdem helles oder dunkeles Licht in's Auge dringt.

Die Art und Weise, wie das Sehloch sich verengt

und erweitert, je nachdem das Licht stark oder schwach ist, kann man am eigenen Auge sehr gut beobachten. Man stelle sich mit dem Gesicht an's Fenster, so daß man vom hellen Licht der Straße bestrahlt wird, und halte ein Stückchen Spiegelglas, etwa von der Größe eines Zweithalerstückes, vor's Auge; jedoch so, daß das Auge nicht davon beschattet wird. Nun richte man seine Aufmerksamkeit auf das Auge im Spiegel, dessen Farbenring und Sehloch, und drehe sich dabei langsam um, so daß man sich vom Tageslicht abwendet und dasselbe nicht direkt in's Auge gelangt. Man wird schon bei dem einmaligen Versuch bemerken, wie das Sehloch sich erweitert, je mehr man sich vom hellen Tageslicht abwendet, und wie es sich verengt, wenn man sich vom dunkelen Raum zum hellen umdreht.

Die Verengung und Erweiterung des Sehloches geschieht unwillkürlich. Der Farbenring zieht sich, wenn stärkeres Licht auf den Sehnerven einwirkt, ohne unser Wissen und ohne unseren Willen nach der Mitte hin zusammen und macht das Loch, die Pupille, enger; bei schwächerem Lichte geschieht die Zusammenziehung des Farbenringes nach dem Rande hin und erweitert das Sehloch; und dies geschieht so gleichmäßig mit dem Steigen und Sinken des Lichteindruckes, daß man sagen kann, es sei im Auge der Lichteindruck bei Tageslicht so ziemlich ein gleicher, denn die sehr bedeutenden Veränderungen, welche das Tageslicht durch die Witterung erleidet, werden durch den Farbenring und seine Zusammenziehungen in außerordentlichem Maße ausgeglichen.

So haben wir denn eine einzige Blende im Auge, die für die verschiedensten Lichter paßt, eine Blende, die wir benutzen, ohne es zu wollen, ja ohne es zu wissen, eine Blende mit einer Vorrichtung, die, wenn sie ein Mensch

erfunden hätte, seinem Stolze ungeheuer zu schmeicheln im Stande wäre; die aber, weil sie eine so alte Erfindung ist, uns nicht wenig Bescheidenheit lehren kann. —

XXXVII. Die Augenlider.

Das Auge als bloße Kamera-Obscura betrachtet, besitzt noch einen Vorzug, den man der künstlichen Kamera nicht verleihen kann. Daß die Augenlider die Deckel der Augen sind, weiß Jedermann. Die Vortheile eines solchen Deckels liegen auf der Hand und man bringt einen solchen an jeder Kamera-Obscura an, die man vor Staub und sonst nachtheiligen Einflüssen bewahren will. Man schiebt einen Deckel auf die Fassung der Glaslinsen, so oft man die Kamera nicht benutzt. — Was aber das Auge ganz besonders bei diesem Deckel auszeichnet, ist Folgendes.

Das Augenlid ist nicht nur ein Deckel, den man willkürlich, so oft man das Auge nicht benutzen will, über dasselbe legen kann, sondern es ist ein Deckel, der sich ganz unwillkürlich schließt, wenn es dem Auge noth thut.

Man kann gewissermaßen sagen, das Augenlid, dieser Vorhang, der das Auge verschließt, gehört zum Theil uns an, wir haben Macht über dasselbe, wir können es mit unserm Willen und Wissen schließen und öffnen; es gehört aber zum Theil dem Auge selber an, das über das Lid gebietet, ohne nach unserm Willen und Wissen zu fragen. Wir schließen und öffnen wohl an tausendmal in einem Tage das Augenlid, ohne es zu wissen, und selbst, wenn wir es nicht wollen.

Die Kamera-Obscura, mit der wir zur Welt kommen, hat also einen Deckel, der sich nach ihrem eigenen Be-

dürfniß auf- und zumacht, ohne uns um Erlaubniß zu fragen, oder auf unsern Befehl zu warten.

Und wie dies sein Gutes hat und wie dies dem Auge selber dienlich ist, darüber wollen wir nur ein paar Worte hier hersetzen.

Ohne Zweifel würde nicht wenig Staub unser Auge bedecken, wenn wir es die Nacht nicht geschlossen hätten; nun wäre es in der That nicht zu viel, wenn diese leichte Arbeit, das Auge zu schließen, nur unserer Vorsicht überlassen worden wäre; allein da man gerade im Moment des Einschlafens am allerwenigsten etwas von Vorsicht besitzt, so ist Hundert gegen Eins zu wetten, daß wir in hundert Nächten es kaum einmal wirklich in diesem Moment schließen würden. —

Aber auch in andern unendlich vielen Fällen ist das unwillkürliche Schließen des Auges ein für die Erhaltung dieser Kamera sehr bedeutendes Ereigniß. Ein blendender Lichtstrahl, ein Staubkörnchen, ein Schlag und all' die überraschenden störenden Eingriffe, die unserm Auge drohen, kommen viel zu spät uns zum Bewußtsein, als daß wir noch Zeit gehabt hätten, unsern schützenden Deckel über's Auge zu legen, wenn die Benutzung des Deckels uns allein überlassen geblieben wäre. Ja, wir würden nicht wenig bei den unzähligen Störungen, die das Auge treffen, in Anspruch genommen sein, wenn das Auge blos der Vorsorge unseres Bewußtseins anheimgegeben wäre. Jetzt, wo das Augenlid in einer ganz eigenthümlichen Weise unter dem direkten Gebot des Auges selber, oder richtiger unter dem Befehl eines Reizes durch den Sehnerv auf das Gehirn und von diesem auf den Bewegungsnerv des Augenlides steht, ohne erst unser Bewußtsein und unsern Willen mit in's Spiel zu ziehen, ist die Sache weit einfacher und vortheilhafter eingerichtet.

Aber das Auge oder richtiger die Augenhöhle hat noch ganz besondere Vorrichtungen zu Gunsten der Kamera-Obscura, die wir mit zur Welt bringen, Vorrichtungen, bei denen das Augenlid auch eine Hauptrolle spielt.

Dicht an der Schläfe, nämlich in einer Vertiefung der knöchernen Decke, seitwärts über dem Auge, ungefähr in der Gegend, wo die Augenbrauen aufhören, da liegt die Thränendrüse, ein eigenthümliches Gebilde, das fortwährend ein salziges Wasser absendet, das sich unter dem oberen Augenlid ansammelt. Merkwürdigerweise ist diese salzige Feuchtigkeit dem Auge durchaus nicht schädlich oder empfindlich, während reines Wasser einen gewissen unangenehmen Reiz auf dasselbe ausübt, so daß es sehr selten Menschen giebt, die beim Tauchen unter Wasser die Augen öffnen können. Während des Schlafes, wo das obere Augenlid das Auge bedeckt, erhält die salzige Flüssigkeit das Auge feucht; im Wachen aber, wo das Auge offen steht, liegt der Rand des oberen Augenlides so fest an der Augenkugel, daß die Thränen nicht durchdringen; da aber beim offenen Auge die äußere Augenhaut ihre Feuchtigkeit verdampft und trocken wird, so fährt, so oft dies der Fall, ohne daß wir es wissen und wollen, das Augenlid herab, schließt auf einen äußerst kurzen Moment das Auge und befeuchtet es so mit frischem Thränenwasser. Mit diesem Thränenwasser spült sich aber auch aller Staub vom Auge herunter, der sich darauf ablagert; wäre dies nicht der Fall, so würden wir genöthigt sein, unsere Augenhaut eben so oft zu waschen, wie unsere Nasenhaut; da aber das Auge ein wenig empfindlicher und im Grunde genommen auch viel werthvoller ist als unsere Nase, da Tausend gegen Eins zu wetten ist, daß wir die glashelle Haut weit eher durch unsere Waschungen blind als blank und rein machen würden, so ist es schon gut, daß auch in

dieser Beziehung uns eine Sorge abgenommen worden ist, und daß die Kamera-Obscura, die wir mit zur Welt bringen, ihre eigene Wasch- und Bade-Anstalt besitzt.

Wir waschen und baden demnach unsere mitgebrachte Kamera-Obscura wohl tausendmal täglich mit Thränenwasser. Es ist kaum glaublich, wie oft wir blitzschnell mit den Augen blinken; es geschieht dies jedesmal, um das Auge zu feuchten oder um ein Stäubchen wegzuwaschen. Fällt gar ein beträchtliches Körnchen in's Auge, so kommt ein ganzer Thränenstrom heran, um es wegzuspülen, und führt es, wenn wir das Auge selber nur gewähren lassen, auch richtig nach unten in den inneren Augenwinkel, wo es mit einigem Eiter sitzen bleibt, und wir es ohne Schmerz entfernen können.

Gerade an dieser Stelle aber sind ein paar feine Löcher, welche die überflüssigen Thränen nach der Nasenhöhle führen, wohin wir sie abfließen fühlen, wenn wir, so zu sagen, das Weinen verbeißen und die Thränen verschlucken.

Was die Augenlider noch außerdem für Dienste dem Auge leisten, ist nicht minder wesentlich für die Schonung derselben. Sie sind offenbar nicht nur die Deckel, sondern auch die Jalousieen des Auges. Wenn die Sonne scheint, wenn der Schnee blendet, lassen wir sie halb herab, damit wir nicht zu viel Licht in die Vorderkammer des Auges bekommen. Es kommt oft vor, daß wir im Sonnenlicht stehen und in den dunkeln Schatten blicken wollen; würden wir das Auge offen halten, so würde sich wegen des starken Lichtes das Sehloch sehr verkleinern, und wir würden deshalb gar nichts von dem sehen, was im Dunkeln vorgeht. Deshalb kneifen wir die Augen recht gründlich zusammen und machen uns gewissermaßen Schatten im Sonnenlicht; sofort erweitert sich das Sehloch, und

wir nehmen so viel von den Strahlen auf, die aus der dunkeln Stelle herkommen, daß wir bei weitem besser sehen können.

Hierbei spielen sowohl die Augenbrauen schattend eine Rolle, welche ohnehin den Schweiß der Stirn nicht in's Auge fließen lassen, wie auch die Haare der Augenlider, welche ein herrlicher Gitterzaun sind, um bei Wind und Wetter die mitgebrachte Kamera=Obscura nicht schädlichen Einflüssen auszusetzen.

In der That, dieses Meisterstück ist musterhaft versorgt.

XXXVIII. Die Beweglichkeit des Auges.

Es ist höchst interessant, wahrzunehmen, wie die Augen mit besondern Bewegungswerkzeugen versorgt sind, obgleich sie im Kopfe sitzen, der ohnehin alle möglichen Drehungen und Wendungen nach allen Seiten machen kann und also auch durch festsitzende Augen allenthalben würde sehen können, wohin er sich wendet.

Bei flüchtiger Betrachtung könnte es als Luxus erscheinen, daß man das Auge, ohne den Kopf zu bewegen, nach oben und unten, nach rechts und links, wie nach allen quer liegenden Richtungen drehen kann, da es doch ausreichend wäre, wenn die Augen ebenso fest und unbeweglich im Kopfe stünden wie unsere Nase oder unser Ohr, sobald nur der Kopf selber sich dorthin drehen kann, wo er was zu sehen wünscht.

Allein bei näherer Betrachtung gewinnt man auch hier die Ueberzeugung, daß die reiche Ausstattung und besondere Begünstigung des Auges keineswegs eine Verschwendung ist.

Es erginge uns in der That recht schlimm, wenn wir

starre, unbewegliche Augen im Kopfe hätten; wir würden nicht nur genöthigt sein, uns fortwährend mit dem Kopfe nach allen Richtungen hin zu bewegen, wenn wir verschiedene Dinge, z. B. eine Straße, eine Häuserreihe mit allen Nebendingen betrachten wollten, sondern wir würden unter einer großen Reihe von Umständen so gut wie gar nichts sehen.

Läge das Auge starr im Kopfe, so würden wir in allen Fällen, wo wir den Kopf bewegen müssen, z. B. beim Gehen, Fahren, Reiten, Arbeiten, Laufen, Klettern, niemals einen Punkt im Auge zu behalten im Stande sein; in solchen Fällen würden wir nur Mischbilder im Auge haben, wie wir sie jetzt nur künstlich erzeugen können, wenn wir willkürlich unsere Augen wild herumrollen lassen. Dadurch aber, daß wir die Augen besonders bewegen können, ohne den Kopf zu geniren, können wir auch Dinge im Auge behalten, wenn wir mit dem Kopfe Bewegungen beliebiger Art ausführen.

Um von tausend Beispielen nur Eines anzuführen, wollen wir unsere Leser auf folgende uns nächste Thatsache aufmerksam machen.

Während wir schreiben, sehen wir auf die Federspitze und zugleich auf die eben geschriebenen Buchstaben. Die Federspitze ist in fortwährender Bewegung, während der geschriebene Buchstabe fest auf dem Papier ist. Wäre unser Auge starr im Kopfe, so würden wir unausgesetzt bei jedem Federstrich den Kopf schütteln müssen, wenn wir die Federspitze im Auge behalten wollten. Das wäre aber noch nicht das Schlimmste, sondern was übler wäre, ist, daß wir bei starrem Auge und schüttelndem Kopfe zwar die Feder sehen könnten, wenn wir den Kopf richtig danach bewegten; aber wir würden dabei keinen fertig geschriebenen Buchstaben sehen können, wenn wir nicht zwischen jeder

Bewegung des Kopfes wieder inne halten wollten, um die stehenden Zeichen anzusehen.

Jetzt ist es anders. Leute, die in Folge von Krankheit fortwährend mit dem Kopfe zittern, können, wenn ihre Hand sonst sicher und ruhig ist, nicht nur schreiben, sondern auch feinere Verrichtungen zu Wege bringen. Die Bewegungen des Kopfes haben nichts mit den Bewegungen des Auges zu thun; wir können den Kopf rechts und zu gleicher Zeit das Auge links drehen, wir können es ruhen lassen auf einem Punkte und zu gleicher Zeit den Kopf nach Bedürfniß bewegen. Das Auge genirt den Kopf und der Kopf das Auge nicht, und daß dies ein Vorzug, aber kein luxuriöser ist, läßt sich leicht einsehen.

Die Sache hat aber noch einen tiefer liegenden Grund, weshalb die Bewegung des Auges nicht gut durch die Bewegung des Kopfes ersetzt werden kann, und das ist folgender:

Der Drehpunkt des Kopfes liegt dem Drehpunkt des Auges zu fern, als daß es diesen ersetzen könnte.

Der Drehpunkt des Kopfes liegt zwischen Hals und Nacken auf dem obersten Halswirbel. Dreht man den Kopf um diesen Punkt, so dreht man nicht das Auge mit, sondern bewegt das Auge von einem Ort zum andern, und eben das ist dem richtigen Sehen hinderlich. Damit das Auge nach allen Richtungen hin eine Reihe von Gegenständen genau sehen kann, ist es nöthig, daß sich das Auge drehe, jedoch ohne sich von seiner Stelle zu bewegen. Das Auge muß sich hierbei um seinen eigenen Mittelpunkt drehen, damit das Bildchen, das im Auge von der Welt draußen entsteht, nicht verschoben werde durch die Bewegungen des Auges von Ort zu Ort, und darum muß der Drehpunkt des Auges nicht anderswo, sondern in dem Mittelpunkte des Auges selber liegen. —

Und das ist eben der Fall.

Wenn wir das Auge von einer Seite zur andern, oder von oben nach unten bewegen, so bewegen wir die Augenkugel nicht von der Stelle, sondern drehen sie nur um ihren Mittelpunkt. Die Augenkugel liegt nämlich in der Augenhöhle, die mit Fett derart ausgepolstert ist, daß nur netto ein kugelrunder Raum für die Augenkugel übrig bleibt. Die Augenkugel liegt demnach in einer aus Fett gebildeten Hohlkugel. Das Auge kann deshalb nicht, wie man so sagt, gehoben, gesenkt oder nach irgend einer Seite hin geschoben werden, denn die Hohlkugel läßt der Augenkugel keinen freien Spielraum zu Bewegungen, sondern umschließt sie dicht und enge. Die Augenkugel kann nur gedreht werden, so daß, wenn man die vordere Seite des Auges nach oben richtet, man die hintere nach unten wendet; jede Bewegung, die man am sichtbaren Theil des Auges nach irgend einer Seite vornimmt, geht am entgegengesetzten Punkte der Augenkugel in entgegengesetzter Richtung vor sich; und diese Drehung ist eben um den Mittelpunkt der Augenkugel, oder was eigentlich die Hauptsache ist, der Punkt, in welchem sich sämmtliche eindringende Lichtstrahlen treffen, um von dort bis zur Hinterwand den Lichtkegel zu bilden, durch welchen eben das umgekehrte Bildchen an der Hinterwand entsteht.

Es ist schwierig, ohne weitläuftige Erörterungen die Wichtigkeit dieser Thatsache vollkommen klar zu machen; wir dürfen aber unsern Lesern die Versicherung geben, daß es der Wissenschaft nicht an Beweisen fehlt, welche darthun, daß auch die Beweglichkeit des Auges auf merkwürdig genau befolgten Gesetzen der Optik beruht, welche die bevorzugtesten Menschenkinder erst nach Jahrtausenden und Jahrtausenden eingesehen haben, während der erste Mensch die Anwendung dieser Gesetze bereits mit zur Welt gebracht hat.

XXXIX. Die Lenkung und Richtung der Augen.

Die Drehung des Auges um seinen Mittelpunkt wird, wie alle Bewegungen am menschlichen Kö:per, durch Muskeln vollstreckt. Aber die Muskeln der Augenkugel sind in so wesentlicher Beziehung merkwürdig, daß wir nicht umhin können, einiges hierüber unsern Lesern vorzuführen.

Bei Betrachtung eines Schädels wird wohl schon Jedermann bemerkt haben, wie die Augenhöhlen nicht nur weit und groß, sondern auch sehr tief sind, und wie im Hintergrund derselben ein offener Weg in das Gewölbe hineinführt, das einst vom Gehirn ausgefüllt wurde.

Indem wir von dieser Oeffnung zum Gehirn hin noch sprechen werden, wollen wir hier nur unser Augenmerk auf den Hintergrund der Höhle richten, denn hier liegen die Muskeln zur Bewegung der Augenkugel am Knochen und strecken sich wie Bänder nach vorn, wo sie an der Augenkugel angewachsen sind.

Man kann sich einen Begriff von der Lage und der Wirkung dieser Muskeln machen, wenn man sich denkt, daß hinten in der Tiefe der Augenhöhle der Kutscher sitzt, der das Auge mit dem Zaum lenkt. Solch' ein bandartiger Zaum geht von hinten rechts und links nach dem Auge, wo die Enden angewachsen sind. Zieht sich das muskelartige Band rechts zusammen, so muß sich natürlich die Augenkugel nach rechts drehen, zieht sich der linke Muskel zusammen, so wendet sich das Auge links. Außer diesen zwei Muskeln gehen aber noch zwei andere in gleicher Weise aus dem Hintergrund der Knochenhöhle ab nach vorn, wo sie oben und unten an der Augenkugel angewachsen sind. Zieht sich der obere Muskel zusammen, so zieht er das Auge und es muß sich mit der vorderen

Fläche nach oben drehen; verkürzt sich der untere Muskel, so muß sich der Blick senken.

Diese vier Muskeln werden die geraden Augenmuskeln genannt, weil sie die Bewegung des Blickes nach den geraden Richtungen rechts, links, oben und unten hervorbringen; um aber dem Auge auch jede beliebige schiefe Stellung zu gestatten, sind noch zwei besondere Muskeln vorhanden, die jedoch ein wenig feiner und berechneter angelegt sind.

Sie sind ebenfalls im tiefsten Hintergrund der Augenhöhle angewachsen; sie gehen aber nicht direkt nach dem Auge, sondern machen einen merkwürdigen Umweg. Der eine geht dem Auge schief nach oben vorüber, als wollte er nach der Nase laufen; hier ist nun ein festliegender, knorpeliger Ring, durch welchen der Muskel hindurchgeht, so daß er im Ring eingefädelt ist, wie eine Schnur durch eine Rolle. Nun wendet er sich zurück zur Augenkugel, woselbst er angewachsen ist. Verkürzt sich dieser Muskel, so zieht er nicht das Auge schief und nach hinten, sondern im Gegentheil, er zieht das Auge nach der Richtung des knorpeligen Ringes, also in schiefe Stellung und nach vorn. Ihm gegenüber liegt nun der andere schief liegende Muskel, der eine gleiche Wirkung nach der entgegengesetzten Seite ausübt, wodurch man im Stande ist, die Augenkugel nach jeder beliebigen, geraden und schiefen Richtung zu wenden und zu rollen.

Der Zweck der Vorrichtung aber, in welcher die schiefliegenden Muskeln nicht von hinten her direkt auf's Auge wirken, sondern erst durch einen seitwärts und nach vorn liegenden Ring hindurchlaufen, ist der, daß die Augenkugel bei Anspannung der geraden Muskeln nicht nach hinten rücke; denn die Höhle, worin sie liegt, ist nur von Fett ausgepolstert, das ein wenig nachgiebt.

Mit solcher Umsicht ist diese angeborene Kamera-Obscura ausgestattet worden, um nach allen möglichen Richtungen hin gewendet werden zu können, selbst wenn wir den Kopf steif halten, oder gar nach einer anderen Richtung hin gewendet haben.

Interessant ist noch bei der Bewegung des Auges Folgendes.

Die Muskeln der Augenkugel, die von den Gehirnnerven aus dirigirt werden und so nach unserem Willen sich zusammenziehen, sind an beiden Augen gleich; aber sie sind in ihrer Thätigkeit so abgestimmt, daß eine gewisse Kreuzung stattfindet, wodurch beide Augen stets nach gleicher Richtung blicken. Es geht auch in dieser Beziehung mit den beiden Augen so, wie mit zwei Pferden, die der Kutscher vom Bock aus mit zwei Leinen in den Händen regiert. Die Leine, die er in der rechten Hand hat, geht direkt zum rechten Gebiß des rechten Pferdes, aber es geht auch von ihr am Nacken dieses Pferdes eine kürzere Kreuzleine ab zum rechten Gebiß des linken Pferdes; die Leine, die der Kutscher in der linken Hand hält, geht eben so zum linken Gebiß des linken, wie kreuzend zum linken Gebiß des rechten Pferdes hin, so daß er mit jeder Leine beide Pferde nach einer und derselben Richtung lenkt.

Der Kutscher für unsere zwei Augen ist unser Gehirn; die Stränge, womit unsere Augen gelenkt werden, sind, wie gesagt, die Muskeln. Nun ist es zwar richtig, daß die Muskeln nicht unmittelbar mit dem Gehirn in Berührung stehen, wie die Leinen mit der Hand des Kutschers; aber die Direktion der Muskeln durch die Nervenfäden ist für die Augen ähnlich so abgestimmt, wie die Kreuzleine des Kutschers, und die Muskeln beider Augen werden in demselben Sinne gleichzeitig zu ihren Zusammenziehungen dirigirt, wie die Kreuzleine eines Pferdegespannes.

Darum richten wir, wenn wir das eine Auge nach dem Schläfenwinkel drehen, das andere nach dem Nasenwinkel, darum machen wir die Bewegungen des Auges gleichzeitig und in gleicher Richtung, wodurch wir angewiesen sind, mit beiden Augen stets nach einem Gegenstand zu sehen. Dies ist ein Umstand, der es bewirkt, daß beide Augen sich gegenseitig beim Sehen unterstützen und nicht hindern, was der Fall wäre, wenn wir mit jedem Auge etwas Anderes sehen würden, wie die Vögel, welche die Augen auf beiden Seiten des Kopfes haben.

Entsprechender noch ist diese Kreuzung in den Sehnerven selber, die wir noch näher kennen lernen werden, und die es bewirkt, daß das Sehen mit beiden Augen uns nicht verwirrt, selbst wenn wir den Blick auf einen und denselben Gegenstand richten.

Wir sehen demnach, daß die mitgebrachte Kamera-Obscura nicht nur gut mit Lenkseilen versorgt ist, sondern auch mit einem guten Kutscher, der sich vortrefflich auf die Behandlung der Kreuzleine versteht.

XL. Die Stellung der Augen.

Die Stellung des Auges im Kopfe ist ebenso merkwürdig, wie jeder Theil der Einrichtung desselben; denn diese Stellung hat den bestimmten Zweck, das Sehen mit beiden Augen nach einem Punkte möglich zu machen; uns zugleich aber auch die Fähigkeit zu gewähren, mit jedem einzelnen Auge ein bedeutendes Stück hinter uns über die Schulter sehen zu können, selbst wenn wir den Kopf nicht rückwärts drehen.

Daß das Auge ringsum von einem guten starken Wall von Knochen umgeben ist, das ist ein trefflicher Schutz,

um es vor Beschädigungen zu bewahren. Von oben deckt es ein starker Rand des Stirnknochens; von der Mitte her das Nasenbein und von der Seite die Hervorragung an der Schläfenkante und des Backenknochens. Das Auge liegt tief genug zwischen diesen vorstehenden Wällen und Dämmen, daß man sich beim Fallen, Stoßen und Anrennen an einen Baum eher das halbe Gesicht zerschlagen und schinden, als das Auge verletzen kann. Nur an einer Stelle ist eine Lücke in diesen Schutzmauern und zwar hart am Augenwinkel an der Schläfe; hier ragt das Auge vor und zwar unverkennbar zu dem Zweck, um mit dem seitwärts gewendeten Auge durch diese Lücke ein tüchtig Stück rückwärts über die Schulter sehen zu können.

Der Bereich unseres Blickes ist dadurch außerordentlich nach rechts und links erweitert, ohne von seinem Hauptzweck, nach vorn gerichtet zu sein, irgend etwas zu verlieren.

Mit steifgehaltenem Kopfe können wir unser Auge nicht so erheben, daß es hoch über uns nach dem Himmel blicke oder unter uns den Fußboden sehe, wo unsere Füße stehen, wohl aber vermögen wir nach rechts und links mehr als die Hälfte des Umkreises zu überblicken. Richten wir den Kopf aufwärts, so vermögen wir bei gerader Haltung des Rückens nicht weiter zu sehen, als bis nach dem Scheitelpunkt am Himmel, während wir bei Wendung des Kopfes nach rechts und links über die Schultern weg rings um den ganzen Erdkreis zu blicken im Stande sind. Dies rührt daher, daß wir seitwärts an den Schläfen jenen hindernden Knochendamm nicht haben, den der Stirnrand über unserm Auge bildet. Die Unterbrechung des Schutzdammes an dieser Stelle ist also eine Erweiterung unseres Gesichtskreises.

Erwägt man dies aber ein wenig näher, so merkt

man, daß es nicht etwa absichtslos oder zufällig so eingerichtet, sondern im vollen Sinne des Wortes zweckentsprechend ist.

Die hauptsächliche Richtung unseres Blickes nach vorn entspricht dem Bau unserer Beine, die zum Vorwärtsgehen eingerichtet sind. Ein Gleiches findet auch bei allen Landthieren statt. Die Vögel, welche aufwärts fliegen, haben die Augen so im Kopfe, daß sie bei ihrem Fluge ebenso gut nach oben, wie nach unten sehen können; die Augen der Vögel stehen an zwei Seiten des Kopfes und sind weder von oben her vom Rande des Stirnknochens noch von unten durch die Backenknochen gedeckt. Die Fische, die im Wasser gleichfalls nicht blos vorwärts, sondern aufwärts und abwärts steigend schwimmen, haben ebenfalls die Stellung der Augen so, daß sie die Richtung ihrer Bewegungen nach allen Seiten mit Ausnahme der nach rückwärts begünstigt. Die Thiere, die auf den festen Grund und Boden der Erde gebannt sind, wie wir Menschen, die weder nach der Tiefe noch nach der Höhe Bewegungen zu machen haben, deren Augen sind so in den Kopf eingesetzt, daß das Gebiet ihres Blickes sich nicht nach der Höhe und der Tiefe, sondern nach vorwärts, rechts und links und ein bedeutendes Stück nach rückwärts ausdehnt.

Thiere, die langgestreckte Leiber haben, so daß der Kopf vorn, der Körper nicht unter, sondern hinter demselben ist, wie z. B. Pferde, Ochsen u. s. w., haben die Stellung der Augen noch weit günstiger als der Mensch, um zu sehen, was hinter ihrem langen Rücken vorgeht. Das Pferd, das mit dem Kopf nach vorn gerichtet geht, schlägt mit dem Schweif nach einer Bremse, die den Hinterschenkel umschwärmt, sieht die Peitsche des Kutschers auf dem Lenksitz des Wagens. Die Stellung der Augen ist so,

daß dasselbe die ganze Länge des Körpers überwachen kann und dies ist ebenfalls nur dadurch möglich, daß am Augenwinkel an der Schläfe eine tiefere Lücke im Knochenrand der Augenhöhle ist, welche dem vortretenden Auge einen weitern Blick rückwärts gestattet als dem Menschen, der keinen Leib hinter sich zu überwachen hat.

Daß hierin nicht Zufälligkeiten vorwalten, wird wohl Jedem einleuchten, der mit dem Zufall nicht mehr Götzendienst treiben will als andere mit ihrem Aberglauben. Dem Unbefangenen, der nicht Tendenzen, sondern Belehrungen über den Zustand der Dinge in der Natur sucht, kann es auch in diesem Punkte nicht entgehen, wie in der Stellung des Auges System und wohlberechneter Zweck hervorleuchtet.

Wie aber ist es möglich, daß das Auge so weit seitwärts zu blicken vermag, da doch die Linse, das eigentliche optische Instrument, tief im Auge liegt, und das was am Auge hervorragt, nur die mit Wasser gefüllte Vorkammer ist?

Die Antwort auf diese Frage führt uns wieder auf die Lehre von der Brechung der Lichtstrahlen, auf welche wir uns hier nicht, ohne weitläuftig zu werden, einlassen können; nur so viel dürfen wir unsern Lesern versichern, daß aus dieser Lehre von der Brechung des Lichtes mit aller Entschiedenheit hervorgeht, wie gerade die Flüssigkeit der Vorkammer, welche in einer Wölbung vor der Linse des Auges sich befindet, die Ursache ist, daß Lichtstrahlen, welche sonst die Linse nicht getroffen haben würden, jetzt so gebrochen werden, daß sie in's Auge gelangen. Das Wasser der Vorderkammer, wie die Wölbung der vordersten Glashaut des Auges spielt daher eine wichtige Rolle bei der Erweiterung des Gesichtsfeldes. Daher hat der Fisch im Wasser eine flache Wölbung der glashellen Vorderhaut,

der Adler in der Luft dagegen eine außerordentlich hohe Wölbung derselben. So ist denn das Auge dem Element und dem Geschick, dem Beruf entsprechend ausgestattet und auch zugleich in den Kopf eingesetzt, so daß man sagen muß, die unerreichbar musterhafte Kamera-Obscura, die wir mitbringen, ist uns auch im Schädel außerordentlich wohl überlegt angebracht worden.

XLI. Die Nerven-Tapete.

Wir haben bisher das Auge nur als bloße Kamera-Obscura betrachtet und uns mit der Wahrnehmung begnügt, daß diese Kamera-Obscura außerordentlich vortheilhafter, vorzüglicher, zweckentsprechender gebaut, eingerichtet, versorgt, geschützt, gelenkt und in ihren Bestimmungsort eingesetzt ist, als man sich's nur denken kann; jetzt aber müssen wir einen Schritt weiter gehen und sagen, daß das Auge als Kamera-Obscura doch nur ein unbedeutendes, untergeordnetes Werk ist neben der Rolle, die es in Wahrheit spielt. Ja, wir dürfen nicht vergessen, daß uns mit der besten Kamera-Obscura in der Augenhöhle nicht gedient ist, sobald nicht noch Etwas da vorhanden ist, wodurch wir das verkehrte Bildchen, welches die Kamera dort hervorbringt, wahrnehmen können.

Auf dieses Etwas, das so eigentlich erst der wahre Werth des Auges ist, müssen wir jetzt unsere Aufmerksamkeit richten, denn alles, was wir bisher kennen gelernt haben, ist nur ein optisches Vorspiel zum wirklichen Sehen, ist nur die künstliche Zubereitung der Lichtstrahlen, damit sie fähig werden, von dem eigentlichen Sehorgan wahrgenommen zu werden.

Und dieses Etwas ist der Sehnerv. —

Wir wollen uns vorerst nur ganz oberflächlich mit diesem bekannt machen, da wir recht bald näher auf denselben werden eingehen müssen. Zu diesem Zweck wollen wir uns vorstellen, daß wir die Augenkugel eines weißen Kaninchens vor uns haben, an welchem wir, wie bereits erwähnt, an der halb durchsichtigen Hinterwand das umgekehrte Bildchen aller Gegenstände sehen können, die sich vor dem Auge befinden. Denken wir uns hierzu, daß wir das Kaninchen ebenfalls vor uns haben, dem die Augenkugel aus der Augenhöhle herausgenommen worden ist, so ist es keinem Zweifel unterworfen, daß auch jetzt Licht in die offenstehende Augenhöhle eindringt; allein von diesem Licht hat das Kaninchen so wenig Empfindung, so wenig, wie wir bei fest verbundenen Augen die mindeste Empfindung haben, wenn wir aus einem hellen in einen finstern Raum, oder umgekehrt, gebracht werden.

Bleibt aber das volle wirkliche Tages- und Sonnenlicht, das in die Augenhöhle des Kaninchens dringt, ganz ohne Wirkung auf dasselbe, so muß man sich die Frage vorlegen, was hat es denn dem Kaninchen genützt, als es früher die unverletzte Kamera-Obscura in der Augenhöhle sitzen hatte, und hierdurch dort ein Bildchen von der Welt draußen existirte?

Die Antwort auf diese Frage giebt die Naturforschung mit vollster Bestimmtheit in Folgendem.

Von dem Gehirn des Kaninchens geht bis zur Augenkugel ein ziemlich dicker Nervenfaden. Dieser Nervenfaden dringt in die Kugel ein, und breitet sich dort tapetenartig an der innern Hinterwand des Auges aus, so daß das Bildchen, welches wir am Auge des Kaninchens sehen, wirklich auf die hintere, äußerst merkwürdige Nerventapete fällt. So lange nun diese Nerventapete, welche man wissenschaftlich die Netzhaut des Auges nennt, in Verbindung

mit dem Gehirn steht, so lange also der Nervenfaden unverletzt ist, so lange hat das Gehirn eine Empfindung und ein Bewußtsein von dem Bildchen, welches auf der Nerventapete existirt, und dieses Empfinden des Bildchens auf der Tapete nennt man eben: Sehen. Sobald jedoch der Nervenfaden verletzt oder gar durchschnitten ist, nützt das Bildchen in der Augenhöhle und auf der Nerventapete zu gar nichts, wenn auch das Auge selbst, die Kamera-Obscura, vollkommen unverletzt ist.

Wie mit dem Kaninchen, so ist es auch mit dem Menschen der Fall. Ein vom Gehirn ausgehender Nerv läuft in die Hinterwand der Augenkugel hinein; dort verwandelt sich dieser Nerv in eine äußerst merkwürdige Tapete, welche die Hinterwand inwendig austapeziert, so daß diese Tapete becherartig den bereits bekannten Glaskörper einschließt. Das Kamera-Obscura-Bildchen des Auges entsteht eben auf dieser merkwürdigen Nerventapete, und nur dadurch erfährt das Gehirn durch den Nervenfaden, daß da draußen außerhalb des Auges und des Körpers Dinge vorhanden sind, die diesen Eindruck auf die Nerventapete hervorbringen. —

Im vollen Sinne des Wortes muß man daher sagen, daß das Gehirn einen Nervenfaden als Boten aussendet, um sich in einer Höhle, wo Licht von der Außenwelt eindringen kann, kelchartig auszubreiten; dieser kelchartig ausgebreitete Nerv findet an dieser Stelle ein Werkzeug, welches ganz wie unsere künstliche Kamera-Obscura ist, also nur das Mittel, um die Lichtstrahlen von außen her zu einem Bildchen zu ordnen, und zwar zu ordnen, damit die merkwürdige Nerventapete einen richtigen und der Außenwelt entsprechenden Eindruck erhalte, von welchem der Nervenfaden dem Gehirn Bericht zu erstatten hat.

Wir sehen hiernach, daß das, was wir bisher so sehr

am Auge bewundert haben, doch nur ein dienstbarer Theil jener merkwürdigen Nerventapete ist, für welche er das Licht von außen her der Wirklichkeit entsprechend zu ordnen hat. — Wenn aber dieser dienstbare Theil schon so zweckentsprechend und vortheilhaft nach allen Gesetzen der Lehre vom Licht, welche die Menschen durchforscht haben, eingerichtet ist, so haben wir Ursache, zu schließen, daß in dieser Nerventapete, von der wir noch sprechen werden, viel, unendlich viel steckt, was wir nicht ahnen, und deren Vorzüglichkeit wir nur darum nicht zu schätzen wissen, weil wir Menschen noch nichts erfunden haben, das diesem vergleichbar wäre. — Denn so sind wir klugen Menschen einmal: wir lernen durch neue Erfindungen immer erst begreifen, was wir von Alters her besitzen, ohne es zu verstehen.

XLII. Könnte man auch ohne Augen sehen?

Der Gedanke, daß man erst hinter das Geheimniß des wirklichen Sehens kommen wird, wenn es dereinst gelingt, eine Erfindung zu machen, die einen Vergleich mit der Thätigkeit des Sehnerven gestattet, dieser Gedanke führt uns auf die Frage, ob sich wohl der Weg zu solcher Erfindung irgend wie andeuten läßt, und ob nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft eine Wahrscheinlichkeit für diese Erfindung vorhanden ist.

Wir wissen sehr wohl, wie gewagt es ist, solch' eine Frage beantworten zu wollen. Es ist eine sehr demüthigende Wahrnehmung in der Menschengeschichte, daß die meisten Erfindungen mehr in Zufälligkeiten und ihrer glücklichen Benutzung als in Kombinationen des menschlichen Geistes ihren Ursprung haben. Gleichwohl berührt diese

Frage unser Thema, vom Menschen und seinen Erfindungen, so innig, daß wir einen kleinen Abweg nicht scheuen, zumal wir eben zeigen wollen, daß die Möglichkeit, Lichteinwirkungen ohne Gebrauch unserer Augen wahrnehmen zu können, mindestens denkbar ist. — Wäre dem aber so, so würde man, so zu sagen, ohne Augen sehen können, und somit eine Erfindung haben, durch deren nähere Vergleichung man die Wirkung des Auges richtiger zu würdigen und zu begreifen im Stande wäre.

Bekanntlich kann man durch Uebung ein so feines Gefühl in den Fingerspitzen erhalten, daß man eine mäßig starke Druckschrift auf festem Papier durch das Betasten lesen kann. In den Instituten für Erblindete wird dies Tasten derart geübt, daß die des Augenlichts Beraubten im Stande sind, für sie angefertigte Schriften zu lesen. Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß sie mit demselben feinen Gefühl in den Fingerspitzen im Stande sind, ein gedrucktes Bild in allen seinen Theilen genau kennen zu lernen, sobald dasselbe nur so gedruckt ist, daß es auf ihren Tastsinn merkbaren Eindruck zu machen im Stande ist.

Nun aber besitzen wir schon gegenwärtig die Erfindung der Lichtbilder. Eine Photographie ist ein Bild, welches das Licht selbst angefertigt hat. Durch Photographie kann man eine ganze Straße mit allen Häusern, Wagen, Bäumen, Menschen und den tausendfältigen Dingen, die der Photograph gar nicht alle übersehen kann, getreu kopiren. Würde nun die Erfindung gemacht werden, die Photographieen nicht nur sichtbar, sondern auch fühlbar zu machen, so würde ein Blinder mit den Fingern nicht blos eine für ihn angefertigte Schrift, sondern eine ganze Straße, eine Gegend mit allen wesentlichen und unwesentlichen, allen Haupt- und Nebensachen tasten und wahrnehmen können

und zwar in der Form wahrnehmen, wie das Licht selbst sie malt.

Unsere gewöhnlichen Photographieen sind freilich so glatt, daß sie durch den Tastsinn sich nicht wahrnehmen lassen; allein die Versuche, fühlbare Photographieen anzufertigen, sind, wenn auch zu anderm Zwecke, bereits gemacht. Talbot in London, ebenso wie Niepce in Paris, haben Stahlplatten im vollen Sinne des Wortes auf photographischem Wege gravirt. Die Proben Niepce's, welche der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgelegen, sind ganz unzweifelhaft so, daß man mit feinem Tastgefühl das ganze Bild auf der Stahlplatte würde fühlen können, und somit wäre schon die eine Seite der Aufgabe gelöst; es wäre das Licht, welches bisher nur für's Auge merkbare Wirkungen hervorbringt, auch für die Finger von merkbarer Einwirkung. — Ein Blinder, welcher geschickt genug ist, alle Handhabungen der Photographie auf Stahl in der gedachten Art zu verrichten, würde sich ohne Hülfe eines Sehenden ein vollkommenes Bild der Welt draußen anfertigen können, das er zwar nicht zu sehen, aber doch durch die tastenden Finger vollkommen wahrzunehmen im Stande wäre.

Aber wir müssen noch einen kleinen Schritt in der Möglichkeit einer Erfindung weiter gehen.

Die Haut unseres Leibes ist noch mehr empfindlich für photographische Eindrücke als Papier. Verliebte brauchen nur irgend eine Stelle ihrer Haut mit zwei ganz unschädlichen Flüssigkeiten (Salzwasser und eine schwache Auflösung von salpetersaurem Silber) nach einander anfeuchten zu lassen, um sich von einem Photographen in gar kurzer Zeit ein Bildchen dorthin übertragen zu lassen, das so zu sagen kein Regen mehr abwäscht, und sicherlich länger aushält, als mancher Verliebte in der Treue.

Nehmen wir an, daß Jemand diese neueste Tettovirung am dicken Fleische des Armes vornehmen würde, so würde er davon nicht das mindeste spüren. Das Licht würde ein Bild auf seine Haut malen, ohne ihn irgend etwas davon empfinden zu lassen.

Denken wir uns nun die Möglichkeit, daß man eine andere Zusammensetzung einer photographischen Flüssigkeit erfindet, welche bei Einwirkung des Lichtes eine Empfindung auf der Haut veranlaßt, so würde man jene Flüssigkeit auf eine beliebige Stelle der Haut und diese derart an eine Kamera-Obscura bringen können, daß das Bildchen auf die Haut fällt, und somit dort Empfindungen veranlaßt, die je nach der Einwirkung des Lichtes an jedem Punkte verschieden sind. In diesem Falle würden wir durch die Gefühlsnerven von der Einwirkung des Lichtes unterrichtet werden, und es bedürfte dann nur der Uebung, um die Bildchen, die dort entstehen, genau zu fühlen, und in Folge dessen auch ohne Augen zu wissen, welch ein Bild in jedem Moment auf die lichtempfindliche Stelle fällt, das heißt, welche Gegenstände vor der Kamera-Obscura existiren.

Wir würden in diesem Falle wirklich sehen, und zwar ohne Augen sehen, wir würden sehen durch den Reiz einer Hautstelle, die durch irgend ein photographsiches Mittel empfindlich für das Licht gemacht wurde, und — Blindgeborene würden möglicher Weise einen schwachen Ersatz ihrer Augen dadurch erhalten können.

Für jetzt freilich ist dies nur eine Möglichkeit; aber könnte sie verwirklicht werden, dann, gewiß dann erst würde man wohl zu begreifen anfangen, wie die Wirkung jener Nerventapete sein mag, mit der die Hinterwand des Auges austapeziert ist; denn so sind, wie gesagt, wir klugen Men-

schen einmal: neue, sehr neue Erfindungen geben uns oft erst Licht über alte, sehr alte Dinge.

XLIII. Die Feinheit der Nerven-Tapete.

Denken wir uns einmal die Möglichkeit, daß solch eine Erfindung wie die erwähnte gemacht und irgend eine chemische Flüssigkeit hergestellt würde, die nicht nur eine Veränderung im Licht erleidet, sondern die, auf eine Stelle der Haut gebracht, auch hier eine Empfindung von der statthabenden Veränderung hervorruft, so würde es eine sehr wichtige Frage sein, welche Stelle der Haut wir hierzu wählen.

Wir würden uns mit dieser vorläufig ganz zwecklosen Frage gar nicht befassen, und die Sorge der Beantwortung jener Zeit überlassen, welche die noch fehlende Erfindung an's Tageslicht bringt; allein wir haben Ursache, auf diese Frage einzugehen, denn eine Betrachtung hierüber wird uns den Weg zum Verständniß des wirklichen Auges um vieles leichter machen.

Es versteht sich von selbst, daß, wenn eine solche Flüssigkeit auf die Haut, und vor die Haut derart eine Kamera-Obscura gebracht würde, daß das verkehrte Bildchen genau auf die lichtempfindliche Stelle käme, ein Blinder sehr wohl zu unterscheiden wissen würde, ob das, was von draußen her Licht in die Kamera sendet, ein Baum oder ein Haus sei. — Allein eine Deutlichkeit der Empfindung wird nur dann möglich sein, wenn man im Stande ist, dem Gefühle nach mit Genauigkeit die Stelle zu beurtheilen, wo irgend etwas auf unsere Haut einwirkt.

Dies aber ist, wie wir sogleich sehen werden, bei unserer Haut durchaus nur in sehr beschränktem Grade der Fall.

Man hat über die sehr verschiedenartige Sicherheit unserer Hautempfindungen folgende interessante Versuche gemacht.

Stellt man die zwei Spitzen eines kleinen Zirkels einen halben Zoll weit auseinander und setzt beide Spitzen auf den Nacken eines Menschen und fragt ihn: was er empfinde? so wird er antworten, daß er einen Stich, aber nur einen fühlt. Dies ist ein Beweis, daß unser Nacken so wenig feines Gefühl hat, daß man nicht zwei Stiche von einem zu unterscheiden weiß, sobald dieselben nur einen halben Zoll weit von einander entfernt sind. Erst wenn man die Zirkelspitzen fast einen ganzen Zoll weit auseinander stellt, erst dann fühlt man am Nacken, daß zwei verschiedene Stellen gestochen werden. An den Schenkeln und zwar an den magern Stellen derselben ist das Gefühl noch weniger klar; man muß die Zirkelspitzen mehr als anderthalb Zoll weit auseinander bringen, um beim Stechen die Empfindung beider Stiche erkennbar zu machen. Am Rückenwirbel ist die Haut so schwach im Unterscheiden des Eindrucks, daß man den Zirkel bis über zwei Zoll öffnen muß, um zwei Stiche empfindbar zu machen.

Dafür aber ist man an andern Theilen des Körpers bei weitem besser dran. An der Backe empfindet man schon beide Spitzen des Zirkels, wenn er nur ein drittel Zoll geöffnet. Am Endtheil der großen Zehe genügt schon ein viertel Zoll Entfernung der Zirkelspitzen von einander, um sie zwiefach zu empfinden. An den Augenlidern ist es ebenso, an den Lippen ist das Gefühl noch feiner; man unterscheidet schon die zwei Zirkelspitzen, wenn sie auch nur eine Linie, ein zwölftel Zoll weit, auseinander stehen. Das feinste Gefühl sitzt an der Taststelle des Zeigefingers und an der Zungenspitze, wo eine halbe Linie Zwischenraum

zwischen den zwei Zirkelspitzen hinreicht, um beide Spitzen empfinden zu lassen.

Denken wir uns nun, daß man die Empfindlichkeit einer dazu eingerichteten Hautstelle für Lichteindrücke außerordentlich groß machen könnte, so wird unser Urtheil über das, was wir empfinden, stets davon abhängig sein, daß wir genau die Stellen, an welchen wir etwas empfinden, zu unterscheiden wissen. An Stellen, wo wir den Stich zweier Zirkelspitzen als Einen empfinden, wenn sie auch zollweit von einander abstehen, würden wir ein Zoll großes Bildchen der Kamera-Obscura als Licht, aber nicht als Bildchen empfinden, denn zum Erkennen des Bildchens würde eben gehören, daß wir jeden Theil desselben an jeder Stelle richtig empfinden. Man könnte also nur jene Stellen zur Einwirkung der Lichtempfindungen wählen, welche ein feines Unterscheidungsgefühl haben und unsere künftige Erfindung würde bestenfalls an eine Fingerspitze angebracht werden, da man die Zungenspitze doch zu andern Dingen noch brauchen muß.

Da aber auch die Fingerspitzen nur dann ein richtiges Urtheil von den Eindrücken gewähren, sobald diese eine halbe Linie weit von einander entfernt sind, so wird von einer Empfindung feiner Lichteindrücke gar nicht die Rede sein können. Eine mäßige Kamera-Obscura, wie sie unsere Daguerreotypisten brauchen, zeigt in üblicher Entfernung von vier Schritt, ungefähr ein zwanzigmal kleineres Bild, und somit wird ein Menschengesicht bei vier Schritt Entfernung von der Kamera-Obscura schon ein so großes Bildchen auf der matten Scheibe und auch auf der lichtempfindlichen Fingerspitze geben, daß man über die einzelnen Theile des Gesichts ein ungefähres Urtheil hätte, und das wäre viel, sehr viel, wäre schon eine ungeheuere Erfindung. Dagegen würde schon ein ganzer Mensch auf

eine Entfernung von vierzig Schritt unfühlbar werden, da das Bildchen der Kamera durch diese Entfernung zu klein wird, um auf einer Fingerspitze erkennbare unterscheidende Eindrücke zu machen.

Vergleichen wir nun diese noch gar nicht gemachte, eigentlich noch ganz phantastische Erfindung mit dem wirklichen Auge, oder richtiger: vergleichen wir die schärfste Empfindlichkeit einer Fingerspitze mit der Lichtempfindlichkeit unserer Nerventapete des Auges, so haben wir tausendfältige Ursache, uns zu freuen, daß wir nicht im Sehen auf künftige Menschenerfindungen angewiesen sind. —

Das Kamera-Obscura-Bildchen in unserm Auge ist sehr klein. Wenn der Leser dieses Buch, das er eben vor sich hat, circa 8 Zoll vom Auge entfernt, also in der natürlichen Lese-Entfernung hält, so entsteht in seinem Auge, und zwar auf dessen Nerventapete ein Kamera-Obscura-Bildchen von diesem Buche. In diesem Bildchen ist eine ganze Zeile so klein, daß sie nur ein sechstel Zoll einnimmt. Da aber in einer Zeile an funfzig Buchstaben stehen, so ist jeder Buchstabe auf der Nerventapete des Auges nur ein dreihundertstel Zoll breit, gleichwohl sehen wir nicht nur jeden Buchstaben deutlich, sondern wir sehen auch die gar nicht mitgerechneten Zwischenräume und können ein 150 mal feineres Haar deutlich erkennen. Die Nerventapete im Auge ist also so fein in ihrer Empfindung, daß sie vom kleinsten, feinsten Bildchen, welches auf ihr entsteht, richtigen Rapport zum Gehirn bringt, während unsere feinste Haut an den Fingerspitzen irrig urtheilt, sobald die Eindrücke nicht in halben Linien ($1/24$ Zoll) von einander abstehen. Mit einem Worte: die Nerventapete ist nachweisbar mindestens 10,000 mal feiner in Auffassung ihrer Empfindungen als die Fingerspitze! —

XLIV. Die Beschaffenheit der Nerven-Tapete.

Es ist nicht sowohl die Empfindlichkeit und Empfänglichkeit für Lichteindrücke, welche die Nerventapete auszeichnet, die die Hinterwand des Auges bildet, sondern das Bewunderungswürdigere ist, daß der Lichteindruck von jedem kleinsten Theilchen dieser Tapete abgesondert und erkennbar bis zum Gehirn geleitet wird.

Eine feine kleine Milbe, welche wir noch recht deutlich sehen können, ist für unser Auge in verschiedenen Theilen erkennbar. Wir unterscheiden Kopf, Leib, Hintertheil und Füße sehr genau von einander. Nun aber ist dies nur dadurch der Fall, weil auf der Hinterwand unserer Augenkugel, wo der Sehnerv sich ausbreitet, ein verkehrtes Bildchen dieser Milbe stattfindet. Dieses Bildchen ist, wenn wir die Milbe in einem Abstand von 8 Zoll vom Auge, also in der gewöhnlichen Sehweite betrachten, an 216mal kleiner als die Milbe in Wirklichkeit ist. Die ganze Milbe nimmt also auf der Nerventapete des Auges nur ein äußerst feines Pünktchen ein. Da wir aber trotzdem die Theile der Milbe erkennen und ihre Gliederung deutlich sehen, so ist es klar, daß von den feinsten Pünktchen der Nerventapete eine Unzahl gesonderter Rapporte zum Gehirn abgehen, und auf dem engsten Raume also Vorrichtungen vorhanden sein müssen, welche es verhindern, daß wir nicht wie beim Tasten zwei nahe Eindrücke für einen einzigen halten.

Man hat sich unendliche Mühe gegeben, um diese Vorrichtungen genauer kennen zu lernen, ist jedoch bisher nicht weiter gekommen als bis zu einer sorgfältigen Untersuchung des Baues der Nerventapete, ohne über die Art ihrer Wirksamkeit einige Sicherheit zu erlangen.

Die neuesten Untersuchungen hierüber von Kölliker

und H. Müller zeigen, daß diese Tapete kurz nach dem Tode eines Thieres nur als eine weiche, äußerst durchsichtige Schicht erscheint, welche sich kaum von dem Glaskörper merkbar unterscheidet. Sie nimmt jedoch schnell eine milchweiße Farbe an, die sie kenntlicher macht, ohne indessen dem bloßen Auge einen besondern Bau zu verrathen. — Untersucht man indessen diese Schicht, welche man mit dem Namen „Retina“ oder „Netzhaut“ bezeichnet, genauer durch die vorzüglichsten Vergrößerungsgläser, so findet man sie aus nicht weniger als fünf verschiedenen Schichten bestehend, die ganz außerordentlich merkwürdige Formen darbieten.

Die Hauptschicht ist faserartig und sieht wie eine Ausbreitung und feine Vertheilung des dicken Nervenfadens aus, der vom Gehirn zum Auge geht. Diese Schicht ist nach hinten zu von einer feinen Grenzschicht umkleidet, die ein weniger interessantes Gebilde zu sein scheint. Auf der Faserschicht aber zeigen sich drei eigenthümliche Gebilde, denen man es abmerkt, daß sie etwas zu bedeuten haben; man weiß nur nicht recht was?

Stellen wir uns die Faserschicht vor, wie sie kelchartig an dem Glaskörper liegt und diesen von hinten umschließt, so werden wir uns einen ungefähr richtigen Begriff von den anderen Schichten machen, wenn wir uns denken, daß auf der Faserschicht Stäbchen aufrecht stehen, und zwar so regelmäßig gereiht, daß sie wie genau eingerammte Pallisaden aussehen. Man nennt diese die „Stäbchenschicht“ und nahm früher an, daß sie nicht mit der Faserschicht in direkter Verbindung stehe: dies aber ergab sich als Irrthum. Man sieht nämlich zwischen der Faserschicht und den aufrecht auf ihr stehenden Stäbchen noch eine Schicht feiner Körnchen, welche gleichfalls ohne Zusammenhang mit den Stäbchen und der Faserschicht zu

fein schienen. Die neuesten Untersuchungen der genannten Naturforscher haben aber noch ein Gebilde entdeckt, welches die eigentliche Verbindung all' der Schichten ist. Dieses sind Fäden von äußerster Feinheit, welche durch die Pallisaden und die Kügelchen hindurch senkrecht wie Nägel in die Faserschicht hineingehen.

Daß all' dies äußerst fein und ungeheuer klein ist, brauchen wir nicht erst nochmals zu sagen, wenn wir daran erinnern, daß man mit bloßem Auge auch nicht die leiseste Spur hiervon sieht, und alle fünf Schichten nur wie ein sehr feines, milchweißes Häutchen erscheinen. Daß ferner die bisherigen Untersuchungen noch immer nicht als die letzten angesehen werden dürfen, werden unsere Leser uns glauben, da es eine bekannte Thatsache ist, daß gerade in der Naturwissenschaft sich das Wort bewahrheitet: suchet, so werdet Ihr finden. Je mehr man sucht, je vorzüglicher die Mittel des Suchens, das Mikroskop und das Fernrohr, geworden sind, desto mehr hat man bisher noch immer gefunden. — Daß die nähere Untersuchung das Räthsel oft noch weiter verwickelt als löst, davon überzeugt man sich, wenn man sieht, wie die Naturwissenschaft immer erst mit der fortschreitenden Erkenntniß hinter die Größe der Aufgabe kommt, die sie zu lösen sucht. — Unter solchen Umständen wird man auf die volle Erklärung der so wunderbar gestalteten Nerventapete des Auges noch lange Zeit verzichten müssen; man hat indessen über Einzelheiten bereits Aufschlüsse erlangt, die sehr interessant sind und die viele ältere Ansichten als falsch verwerfen lehrte.

Indem wir einige belehrende und entscheidende Versuche unseren Lesern vorführen werden, wollen wir hier nur anführen, daß nach neueren Ansichten gerade die Stäbchen mit ihren feinen, durch alle Schichten gehenden Fäden die eigentlichen lichtempfindlichen Organe sind, und daß

von diesen aus erst die Uebertragung auf den Nervenfaden des Auges stattfindet, der so beschaffen sein muß, daß er jede Lichtempfindung eines jeden Stäbchens gesondert zum Gehirn führt. Höchst wahrscheinlich besteht der Sehnerv wirklich aus so viel feinen einzelnen Fäden wie Stäbchen im Auge vorhanden sind, so daß jedes Stäbchen seinen eigenen Telegrafen zum Gehirn schickt und von seinem besonderen Lichteindruck Bericht erstattet. —

XLV. Einige Versuche.

Aus der sehr großen Reihe der Untersuchungen über die Beschaffenheit der merkwürdigen Nerventapete wie der Versuche über ihre Wirkungen wollen wir einige belehrende und interessante Thatsachen in Kürze vorführen.

Im Mittelpunkt der Nerventapete, dort, wo sich die Strahlen des Lichtes, das von außen eindringt, zum klarsten Bildchen vereinigen, entsteht bald nach der Geburt des Menschen ein kleiner gelber Fleck, der von einer feinen Falte umgeben ist. In der Mitte des Fleckes befindet sich eine sehr dünne Stelle, die so aussieht, als ob hier ein Loch wäre, was aber keineswegs der Fall ist.

Die Untersuchung hat gelehrt, daß an dem gelben Fleck das schärfste Sehen und das allerschärfste an der dünnen Stelle stattfindet. Diese Wahrnehmung hat nun, wie sich's denken läßt, Veranlassung gegeben, den Bau dieser Stelle auf's sorgfältigste kennen zu lernen; es sind in Folge dessen auch einige Unterschiede zwischen diesen Stellen und dem übrigen Bau der Nerventapete aufgefunden worden, ohne jedoch mit Sicherheit auf das schließen zu lassen, was eigentlich die Hauptrolle beim Wahrnehmen des Lichtes durch den Nerven spielt.

Die Nerventapete ist auch von einem sehr feinen Netz von Adern durchwebt, denn sie bedarf, wie jedes Gebilde des Körpers, das zur Bewegung oder Empfindung dient, der Ernährung und Erneuerung durch das Blut. Bei starkem Blutandrang nach dem Kopfe kommt der Fall vor, daß solch' ein feines Blutgefäßchen an einer Stelle berstet und ein wenig Blut austreten läßt, welches das Sehen verhindert, oder zuweilen nur momentweise stört, so daß der Patient vermeint, verwirrende Schattenbilder vor seinem Auge flimmern und flattern zu sehen. Die Augenheilkunde hat nicht wenig mit Leidenden dieser Art zu thun; seitdem jedoch der Augenspiegel im Gebrauch ist, hat man ein treffliches Mittel, diesen Zustand und seine Ursache zu untersuchen, wie wir es bereits früher unsern Lesern mitgetheilt haben.

Durch einen leichten Versuch kann man es dahin bringen, daß man die Nerventapete des eigenen Auges sehen und zugleich das baumartige Netz der Adern darin wahrnehmen kann. Wenn man im Finstern ein brennendes Licht vor dem unbeweglich gehaltenen offenen Auge schnell im Kreise herumbewegt und zwar derart, daß man das Licht bald vor dem Munde, bald vor der Stirne vorüberführt, so glaubt man eine unendlich große, lichte Scheibe vor sich zu sehen, in welcher baumartige dunkle Verzweigungen ihr Netz ausbreiten. Man glaubt dieses außerhalb des Auges wahrzunehmen, während es nichts ist, als ein Reiz, der im Auge empfunden wird. Die lichte Scheibe, die man sieht, ist nur die im Auge vom kreisenden Licht in allen Theilen beleuchtete und deshalb gereizte Nerventapete; das dunkle, baumartige Netz, das man zu sehen glaubt, ist nur das Gezweige der Adern, welche die Nerventapete durchziehen, die diese Stellen vor dem Reiz des kreisenden Lichtes schützen und die dem-

nach als unbeleuchtete, dunkle Streifen im lichten Felde erscheinen.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist eben so einfach wie die Lehre, die man hieraus ziehen kann. — Die Kinder wissen es schon, daß man einen feurigen Kreis vor sich sieht, wenn man einen glimmenden Span schnell im Kreise herumschwingt. Der Kreis rührt nur daher, daß das lichte Bildchen des glimmenden Spanes im Auge gleichfalls einen Kreis auf der Nerventapete beschrieben, und dadurch einen Reiz auf dieselbe ausgeübt hat, der sich nicht schnell verliert. Ganz so, wie der glimmende Span eine Kreislinie auf der Nerventapete gereizt hat, ganz so hat das herumfahrende, brennende Licht auf die ganze Nerventapete den Reiz ausgeübt, der nicht sofort verschwindet, und deshalb haben wir einen, den ganzen Gesichtskreis umfassenden Lichtreiz im Auge, welcher den Eindruck einer lichten, ungeheuern Scheibe vor uns macht, auf welcher nur die Streifen dunkel erscheinen, welche im Auge wirklich unbeleuchtet geblieben sind. — Die Lehre, die wir hieraus entnehmen, ist eben so einfach folgende: Alles, was einen Reiz auf die Nerventapete ausübt, ruft eine Lichterscheinung in uns hervor, deren Ursache wir außerhalb des Auges zu sehen meinen, selbst, wenn sie dort nicht existirt. Dies bewirkt es, daß ein Schlag auf's Auge, der die Nerventapete reizt, den Eindruck von Flammen macht, welche wir vor dem Auge zu sehen glauben, daß elektrische Reize am Auge als Blitze vor demselben erscheinen, daß Fieberkranke, deren erhöhter Blutumlauf einen verstärkten Reiz im Gehirn und im Auge zugleich hervorbringt, phantastische Vorstellungen bekommen und zugleich phantastische Bilder wahrnehmen, die sie wirklich vor sich zu sehen glauben.

Weitere Versuche haben gezeigt, daß unweit von dem

erwähnten gelben Fleck, wo das schärfste Sehen stattfindet, eine Stelle in der Nerventapete ist, die ganz unempfindlich ist für das Licht. — Es ist dies die Stelle, wo der Augennerv hereintritt in die Augenkugel, um von da aus sich als Tapete über die Hinterwand zu verbreiten. Da an dieser Stelle die Faserschicht vorhanden ist und nur die weiteren Schichten fehlen, so hat man mit Recht hieraus den Schluß gezogen, daß die Nervenfasern allein nicht zum Sehen ausreichen, sondern die über die Faserschicht ausgebreiteten, weiteren Schichten, wie wir bereits erwähnt haben, die eigentliche Lichtempfindlichkeit besitzen.

Man kann sich durch einen sehr einfachen Versuch von der Existenz dieser unempfindlichen Stelle im eigenen Auge überzeugen; zu diesem Zweck setzen wir hier drei schwarze Punkte her, die wir durch a, b und c bezeichnen.



a b c

Der Leser schließe das linke Auge und blicke mit dem rechten Auge von ferne auf den Punkt a; er wird nicht nur diesen, sondern auch, ohne den Blick von a abzuwenden, die beiden andern Punkte sehen; nun aber bringe man das Buch dem Auge langsam näher, wobei man stets nur auf den Punkt a direkt sieht, und man wird bald bemerken, daß der Punkt c unsichtbar wird. Fährt man fort, das Buch dem Auge zu nähern, so wird der Punkt c wieder sichtbar, während bald bei weiterem Nähern der Punkt b verschwindet. — Will man den Versuch mit dem linken Auge machen, so muß man das rechte schließen und den Blick auf den Punkt c, statt auf den Punkt a richten, und man wird dieselben Erscheinungen haben.

Der Grund hiervon liegt darin, daß, wenn man mit dem rechten Auge auf den Punkt a blickt, das Bild dieses Punktes gerade in den gelben Fleck der Nerventapete fällt.

Immer von diesem Flecke nach der Seite zu ist aber jene unempfindliche Stelle; nähert man nun das Buch dem Auge, so fällt erst das Bildchen des Punktes c auf diese Stelle, und man sieht ihn nicht. Bei weiterem Nähern des Buches verläßt der Punkt c diese Stelle und wird wieder sichtbar, während das Bildchen des Punktes b dann auf die Stelle tritt und deshalb nicht gesehen wird. —

XLVI. Weshalb wir nicht verkehrt sehen.

Es wird sich wohl schon jedem unserer Leser die Frage aufgedrängt haben, woher kommt es, daß wir die Gegenstände aufrecht und richtig sehen, da wir ja eigentlich durch die Einwirkung des Nerven nur jenes verkehrte Bildchen wahrnehmen, welches auf der Nerventapete des Auges entsteht?

Diese Frage ist seit der Zeit, daß man den wahren Bau des Auges kennen gelernt hat, unendliche Male aufgeworfen und mit größter Ausführlichkeit behandelt worden. Keine der Antworten aber hat hingereicht, die Frage ein für allemal abzuthun, weil es keine unumstößlichen naturwissenschaftlichen Beweise giebt, durch welche Antworten und Erklärungen derart über allen Zweifel erhoben werden können.

Die natürlichste Erklärung dieser Erscheinung liegt unseres Erachtens in der Thatsache, daß wir die Welt nie anders als mit unsern Augen gesehen haben. Die Begriffe von oben, unten, rechts und links entstehen im Kinde erst lange Zeit, nachdem es sehen und nach den Dingen greifen gelernt hat. Die Erfahrung, daß die Dinge, von denen man ein Bildchen im Auge empfindet, vor dem Auge und außerhalb desselben existiren, diese

Erfahrung machen wir schon in einem so frühen Alter, daß wir uns in sie ganz einleben, und gar nicht mehr wissen, daß hierbei etwas in unserem Auge vorgeht. Da uns aber dieselbe Erfahrung vom Beginn unseres wirklichen Sehens und Urtheilens an gelehrt hat, daß Dinge, deren Lichtstrahlen wir oben auf der Nerventapete empfinden, in Wahrheit außerhalb des Auges und unten existiren, daß ein Reiz, der links auf unsere Nerventapete einwirkt, von außerhalb des Auges herrührt und von rechts herkommt, und diese Erfahrung so weit geht, daß wir sehen, ohne zu wissen, was in unserem Auge hierbei vorgeht, so ist es gar kein Wunder, daß wir rechts, links, oben und unten nach der unausgesetzten Erfahrung beurtheilen und nicht nach der Stellung des Bildchens auf unserer Nerventapete, an die wir ja ohnehin beim Sehen gar nicht denken, selbst wenn wir davon etwas wissen.

Welche Rolle die Erfahrung und die Gewohnheit überhaupt bei unserem Auge spielt, das kann man durch mannigfache Beispiele zeigen. Die Mikroskope und die astronomischen Fernröhre zeigen alle Gegenstände verkehrt, ganz so wie die Kamera-Obscura. In der ersten Zeit der Benutzung solcher Instrumente verursacht dies auch wirklich mannigfache Verwirrung und Unsicherheit im Gebrauch; bei weiterer Uebung gewöhnt sich aber der Naturforscher so daran, daß er alle Handgriffe so, wie sie sein Instrument erfordert, das heißt, verkehrt macht und bald geschieht dies ohne alles Besinnen, fast möchte man sagen, ohne es zu merken. Noch entschiedener kann man dies bei geübten Photographen bemerken, die sich derart an das verkehrte Bildchen der Kamera-Obscura gewöhnen, daß sie beim Photographiren die Begriffe von rechts, links, oben und unten ganz anders fassen als sonst im Leben. Ordnet sich aber schon in solchen Fällen die Anschauung

der Gewohnheit unter, so muß dies um so mehr der Fall beim Gebrauch unserer Augen sein, wo wir nie im Leben eine andere Erfahrung machen, und von der frühesten Kindheit an diese Art der Vorstellungen gewöhnt sind.

Es spielt hierbei aber noch etwas eine Rolle, was wir nicht außer Acht lassen wollen.

Es ist wahr, daß wir eigentlich nicht die Welt draußen sehen, sondern nur die Empfindung derselben durch das verkehrte Bildchen auf der Nerventapete des Auges wahrnehmen; allein obgleich dies Bild verkehrt ist, bewirkt doch die Bewegung des Auges eine richtige Vorstellung von oben und unten, von rechts und links. Wir haben nämlich bei der Bewegung des Auges das richtige Gefühl, daß wir es bewegen, und ebenso haben wir von der Richtung, in welcher wir das Auge bewegen, eine richtige Vorstellung. Wir wissen es ganz gut, auch wenn wir die Augen schließen, ob wir sie rechts oder links, nach oben oder unten bewegen. Nun aber haben wir bereits unsern Lesern gezeigt, daß diese Bewegung des Auges eigentlich nur ein Rollen oder Herumwälzen der Augenkugel ist. Wollen wir das Auge aufwärts bewegen, so ziehen wir den obern Augenmuskel zusammen und richten so die vordere Kugelfläche des Auges nach oben. Hierbei geht freilich die hintere Fläche des Auges sammt der Nerventapete abwärts; allein davon merken wir nichts. Wir wissen nur, daß wir den obern Muskel bewegen, daß wir die vordere Fläche nach oben gerichtet haben; es ist also ganz natürlich, daß wir alles, was wir dadurch zu sehen bekommen, als oben existirend bezeichnen. Und da die Erfahrung von Jugend auf hiermit übereinstimmt, so bilden sich unsere Begriffe hiernach aus und wir nennen oben alles, was dort existirt, was wir sehen, wenn wir den oberen Augenmuskel bewegen. Ganz so geht es uns

mit rechts und links und unten. Wir spüren die Bewegung des Muskels und die vordere Drehung des Auges, während wir von der hintern entgegengesetzten Drehung nichts merken; es ist also ganz natürlich, daß wir die Gegenstände, die wir zu sehen bekommen, nicht nach der Richtung versetzen, wohin wir die unspürbare Nerventapete drehen, sondern nach der Gegend, wohin wir den Muskel und die vordere Fläche des Auges sich bewegend fühlen.

Es giebt aber noch eine dritte Erklärung dieser Erscheinung, die wir gleichfalls nicht unerwähnt lassen mögen, denn sie hat etwas Wahres in sich. Dieselbe lautet, wie folgt:

Die Nerventapete ist nicht eine glatte, harte Ebene, auf welche der Lichtstrahl oder die Lichtwelle blos anprallt, sondern sie besteht aus Schichten, in welche der Lichteindruck eindringt. — Ist dem aber so, so geht es der Nerventapete ähnlich wie unserer Haut. Wenn von oben her etwas in unsere Haut eindringt, z. B. ein abgeschossener Pfeil, so dringt er in unsere Haut nach unten; aber gerade deshalb haben wir die richtige Empfindung, daß der Pfeil von oben gekommen ist. Trifft also ein Lichtstrahl unsere Nerventapete, so ist es zwar richtig, daß der Lichtstrahl, der von rechts herkommt, die linke Seite der Nerventapete trifft, aber indem er in die Schicht eindringt, giebt er dem Nerven das Gefühl der Richtung kund, woher er kommt, so daß wir mit dem Lichte zugleich die wahre Richtung, wo es von außen herkommt, wahrnehmen.

Alle diese Erklärungen, und noch viele andere, haben etwas für sich; möglicherweise wirken sie zusammen; jedenfalls aber ist die Sache ganz richtig, auch wenn wir klugen Menschen es nicht erklären können; denn es ist wahr und die Wissenschaft lehrt es uns, daß eine größere Portion

Scharfsinn in der Augeneinrichtung des einfältigsten Kindes steckt, als in allen Mikroskopen, Fernröhren, Kamera-Obscuren und allen dicken Büchern all' unserer bisherigen Gelehrsamkeit. —

XLVII. Zwei Augen und ein Bild.

Giebt schon ein Auge so unendlich reichen Stoff zum Nachdenken und Nachforschen, so brauchen wir wohl nicht erst zu sagen, daß die Existenz von zwei Augen ein ganz besonderer Gegenstand der Betrachtung ist.

Daß der Mensch und gleich ihm eine große Reihe von Thieren mit zwei Augen versorgt ist, weiß Jeder; den Naturforschern ist es auch bekannt, daß es Thiere giebt, die mehr als zwei Augen besitzen. Spinnen haben acht, Blutegel zehn Augen und wahrscheinlich nicht zum Luxus, sondern weil sie ihrer bedürfen, wenngleich wir nicht so klug sind, sagen zu können, wozu dieser Augenreichthum ihnen dient. Jedoch Geschöpfe mit Einem Auge giebt es nicht, trotzdem es uns Menschen so scheint, als ob Ein Auge hinreichend wäre, seinen Zweck zu erfüllen.

Bedenkt man, daß es viele durch Erblinden einäugig gewordene Menschen giebt, die ganz gut im Leben fertig werden, so möchte man in der That meinen, daß zwei Augen zwar das Gesichtsfeld nach den Seiten hin erweitern, allein zum Sehen selbst unnöthig wären. Allein eine gründliche Untersuchung dieses Thema's hat bisher noch immer dahin geführt, daß dem nicht so sei.

Es herrscht ein so inniges Zusammengehören zwischen beiden Augen, daß man sie wie eine Zwillingsfrucht auf einem Stengel betrachten kann. Wenn beide Früchte sich ausgebildet haben, dann kann eine davon genommen wer-

den, ohne daß die andere sofort darunter leidet; allein ehe sie ausgebildet sind, beherrscht ein gemeinsamer Trieb das Wachsthum und die Bildung beider und die eine entsteht nicht, sobald die andere zu entstehen verhindert ist.

Dieses innige Zusammengehören, das wir durch zwei Früchte eines Triebes deutlich zu machen suchen, giebt sich in sehr hohem Maße zu erkennen, und zwar durch gewöhnliche Wahrnehmungen, wie durch tiefer gehende Betrachtungen.

Die gewöhnliche Wahrnehmung, daß wir mit zwei Augen dennoch einfach sehen, ist schon an sich hinreichend, darzuthun, wie beide Augen sich gegenseitig im Sehen unterstützen. Die Thatsache aber, daß wir gezwungen sind, mit beiden Augen nach einem Gegenstande hinzublicken, und nur künstlich oder in krankhaften Bildungen oder Zuständen schielen, diese Thatsache zeigt, daß die Tendenz zum gleichen Sehen mit beiden Augen im Bau der Augen, im Prinzip derselben, wie man zu sagen pflegt, liegt.

Wie dies so ganz eigenthümlich zu Stande kommt, haben wir bereits bei der Bewegung der Augen durch die Muskeln erwähnt. Die beiden Kamera-Obscuren, die wir an beiden Seiten des Kopfes besitzen, sind, wie bereits angegeben, gewissermaßen wie ein Gespann von zwei Pferden geleitet. — Heute haben wir es nicht sowohl mit der Bewegung, sondern mit dem Sehen der Augen zu thun, und da müssen wir uns die Sache ein wenig deutlicher machen, obgleich dies nicht gar leicht ist.

Wir müssen nämlich unsere Leser darauf aufmerksam machen, daß es mit den Augen anders ist, als sonst mit Gliedern unseres Leibes, die wir zweifach haben. Wir haben z. B. zwei Hände, zwei Füße u. s. w., und betrachten wir diese, so finden wir eine Gleichheit in ihnen, welche man Symmetrie nennt, aber nicht jene Gleich-

heit, welche man unter Harmonie versteht; bei den Augen dagegen findet Symmetrie und Harmonie zugleich statt.

Halten wir z. B. die innere Fläche unserer beiden Hände neben einander, so sehen wir an der rechten Hand den Daumen rechts, an der linken Hand dagegen den Daumen links, an der rechten Hand den kleinen Finger links, an der linken Hand aber den kleinen Finger rechts. Die Hände sind gleich gebaut; aber sie haben eine entgegengesetzte Lage ihrer Theile, das heißt, sie sind symmetrisch, aber nicht harmonisch. Die Hände, und ebenso alle Doppelglieder unseres Leibes, stehen so zu einander, wie die nebenstehenden zwei Halbringe (—), die nach entgegengesetzten Seiten gerichtet sind, die man symmetrisch geordnet nennt. Wollte man diese zwei Halbringe harmonisch geordnet haben, so müßte man sie so (—(stellen. — Und wie die Stellung, so ist auch die Wirksamkeit der zweifachen Glieder des Leibes; sie wechseln mit einander ab, wie die Füße beim Gehen, oder sie unterstützen einander, wie die Hände es thun können, wobei ebenfalls nur ein Ersetzen der einen Hand mit der andern, aber nicht das ganz gleiche Thun beider Hände an einem Punkte möglich ist.

Bei den Augen ist es anders. Ihr Bau und ihre Lage ist symmetrisch, aber ihre Bewegung, ihre Empfindung und ihre Thätigkeit ist zugleich harmonisch. —

Den symmetrischen Bau der Augen merkt man leicht. Der Thränenwinkel des rechten Auges liegt links, der Thränenwinkel des linken Auges liegt rechts; der Schläfenwinkel des rechten Auges ist rechts, der Schläfenwinkel des linken Auges links. Auch die Muskeln zur Bewegung des Auges sind symmetrisch in Bau und Lage; aber trotzdem wirken sie in Harmonie. Wendet man das rechte Auge zum Thränenwinkel, so muß man zugleich das linke Auge

zum Schläfenwinkel richten. Es drehen sich demnach beide Augen zugleich nach links, wie sie sich beide zugleich nach rechts drehen müssen. Sie stellen sich stets so, daß sie einen und denselben Gegenstand sehen. Sie bewegen sich, wie wir bereits früher gezeigt haben, trotz der symmetrischen Lage harmonisch. Eine noch tiefere Harmonie aber liegt in der Empfindung und der Thätigkeit der Nerventapete, wie dies höchst sinnreiche Versuche und Forschungen nachgewiesen haben. Wäre dies nicht der Fall, so würden wir nicht nur stets Doppelbilder sehen, sondern wir würden zwei verschiedene Bilder von allen Gegenständen wahrnehmen. Um dies deutlich zu machen, wollen wir folgendes Beispiel vorführen. Gesetzt, wir sehen das Bild einer großen Schlange vor uns, deren Kopf rechts, deren Schwanz links liegt. Von dieser Schlange haben wir sowohl in unserem rechten, wie in unserem linken Auge ein verkehrtes kleines Bildchen, das wir eigentlich auf der Nerventapete empfinden. Aber wie liegt das Bildchen dieser Schlange in unseren zwei Augen? In unserem rechten Auge liegt der Kopf der Schlange nach unserer Nase, im linken Auge liegt der Kopf der Schlange nach unserer Schläfe hin. Wenn wir nun trotzdem nur eine Schlange wahrnehmen und über die Lage ihres Kopfes nicht in Zweifel sind, so kann dies nur dadurch geschehen, daß die Empfindung und Thätigkeit der Nerventapete beider Augen nicht symmetrisch, sondern harmonirend ist. Die Nerventapete des rechten Auges an der Nasenseite muß harmoniren mit der Nerventapete des linken Auges an der Schläfenseite. Dieselbe Harmonie muß auch zwischen der Nerventapete des linken Auges an der Nasenseite und der des rechten Auges an der Schläfenseite stattfinden, so daß neben der Symmetrie des Auges zugleich die Harmonie in ihnen waltet.

Daß dem aber so ist, das bewirken die Augennerven auf ihrem Wege zum Gehirn. Von jedem Auge geht ein Sehnerv zum Gehirn; aber auf dem Wege dahin kommen beide Nervenfäden zusammen und kreuzen sich scheinbar. Lange Zeiten wußte man nicht, wozu dies geschieht; neuere Untersuchungen aber haben gelehrt, daß sie sich nicht wirklich kreuzen, sondern, daß sie ein Tauschgeschäft mit der Hälfte ihrer Fasern machen. Jeder der beiden Nervenfäden giebt dem andern die Hälfte seiner Fasern ab, und zwar so, daß jeder Nerv den Eindruck beider Augen zum Gehirn führt und ihn zu einem einzigen gestaltet; und ist dieser Austausch so, daß die harmonischen Fasern aus beiden Augen stets zusammen kommen, so ist die Harmonie vollkommen erklärt. —

XLVIII. Schlußbetrachtung.

Wir sind bei Betrachtung des Auges wieder bis zu dem Punkte angelangt, wo wir sehen, wie das Werkzeug, das Auge, von einer uns unbekannten Kraft, der Nerventhätigkeit, gelenkt und geleitet, abgestimmt und zum beabsichtigten Zwecke benutzt wird. Da aber diese Kraft eine uns durchaus unerklärliche ist, da wir zwar durch zahlreiche Versuche in ihre Wirkungen, jedoch trotz aller Forschung nicht eine Einsicht in ihr Wesen erlangt haben, so müssen wir bei Behandlung unseres Thema's hier inne halten.

Was der Mensch erfindet, reicht auch nicht im allerentferntesten an das heran, was der Mensch an merkwürdigen Erfindungen schon mit zur Welt bringt. Das haben wir im Allgemeinen und insbesondere bei der Lunge, bei dem Herzen und beim Auge zu zeigen versucht. Es versteht sich nun hierbei von selbst, daß wir nur insoweit

den Vergleich anstellen können, insoweit es sich um Dinge handelt, die der Mensch genauer kennen gelernt hat, daß aber jeder Vergleich aufhört, wo man auf jenes Gebiet der Nerventhätigkeit kommt, das vorläufig ganz außer dem Bereich der menschlichen Erkenntniß liegt.

Wir wollen also unser Thema hiermit beschließen, wollen es aber mit einer Betrachtung thun, zu welcher uns gerade das Auge ganz besonders einladet.

Wer sich ein Gehirn vorstellt mit den aus demselben hervorgehenden Augennerven und den Augenkugeln, die daran wie zwei Früchte hängen, wer hierzu den ganz bestimmten Zweck des Auges bedenkt, das zu nichts zu gebrauchen ist als zum Sehen, dem drängen sich ganz eigenthümliche Gedanken auf; denn am Auge nimmt man es so recht wahr, wie es nichts als ein Werkzeug der Nerven ist.

Die Lunge ist ein sogenannter edler Theil des Leibes, das heißt: ihre Thätigkeit ist zum Leben der ganzen menschlichen Maschinerie nothwendig. Das Herz ist dies in noch höherem Grade, denn es darf noch weniger pausiren als die Lunge. Das Auge dagegen hat mit der lebenden Maschine des Menschen nicht direkt etwas zu thun. Blindgeborene und Erblindete leben fort; ihre innere Maschine erleidet durch ihren Mangel des Augenlichtes keine Störung. Das Auge hat also nur für den ganz eigenthümlichen Sehnerven, an dem es wie eine Frucht wächst, eine wirkliche, direkte Bedeutung und dient erst vermittelst des Gehirns indirekt dem ganzen Körper.

Da nun das Auge, wie wir gesehen haben, eine höchst vollendete Kamera-Obscura ist, so müssen wir bei Betrachtung der Entstehung des Auges der Wahrheit gemäß Folgendes sagen.

Im finstern, verschlossenen Mutterleibe wächst am

entstehenden Gehirn eines Kindes schon in den ersten Wochen der Schwangerschaft beginnend eine vollendete Kamera-Obscura, die durchaus gar keinen Selbstzweck hat, die zum Leben des Leibes nicht nothwendig und die zu nichts in der Welt nütze ist, als zur Wahrnehmung des Lichtes, und zwar naturgemäß nur zur Wahrnehmung des Lichtes, dessen nächste Quelle die Sonne ist, welche zwanzig Millionen Meilen von uns entfernt ist!

Ist dies aber richtig — und dies lehren die unumstößlichsten Thatsachen — so deutet das Auge auf innige Zusammengehörigkeit des Planes der ganzen Natur und führt uns auf Anschauungen der Einheit des Alls hin, deren wir uns nur dunkel bewußt werden, weil eben die Wissenschaft bis zu diesen Grenzen noch nicht vorgedrungen ist.

Solche Gedanken, an die sich weit hinausgehende, aber unsichere Schlüsse knüpfen, erweckt in uns ein Menschenauge, eine auf einem Nervenfaden gewachsene Kamera-Obscura. Wie dagegen haben wir eine von Menschen erfundene Kamera-Obscura anzusehen?

Wir haben sie bisher im Vergleich mit dem Auge ein wenig verächtlich behandelt. Versuchen wir zum Schluß, ob wir ihr nicht eine bessere Seite abgewinnen können.

Eine bloße Nachahmung des Auges ist sie nicht. Die Kamera-Obscura ist erfunden worden, ohne daß man ahnte, daß sie eine alte, sehr alte Erfindung ist. Es ist vielmehr diese Erfindung, wie jede menschliche Erfindung, auch gewachsen und zwar sehr langsam gewachsen, und auf einem Boden der dem Heimathsboden der natürlichen Kamera-Obscura, der dem Heimathsboden des Auges gar nicht so fremd ist, wie man meinen sollte.

Diese Erfindung ist mit der Menschheit gewachsen. Die alten Phönizier haben — so sagt man — das Glas erfunden. Neuerdings fand man unter den Trümmern des

alten Ninive eine Glaslinse, die zu einem optischen Gebrauch gedient haben muß. Die Spuren der weitern Geschichte dieser Erfindung sind schwer aufzuspüren; aber das ist wahr und unumstößlich: der Italiener Porta, der die Kamera-Obscura wirklich zusammengestellt, hat nur den Schlußstein dieser Erfindung gemacht. Die Kamera-Obscura ist wirklich auch gewachsen, zugleich gewachsen mit der Menschheit, ähnlich wie ein Auge mit dem Menschen gleichzeitig im Mutterschoße wächst.

Und sehen wir uns nur einmal den Boden an, wo die Erfindungen der Menschen wachsen, so merken wir, daß auch hier das Gehirn die Hauptstätte ist, in der sie wurzeln, freilich nicht am Stoff des Gehirnes, aber doch jedenfalls an der geistigen Thätigkeit derselben; freilich nicht an Nervenfäden, aber doch an den geistigen Fäden der Naturbetrachtung, der Naturbeobachtung und der Naturbenutzung; freilich nicht als sichtbare Frucht, aber doch als geistige Frucht, welcher die schönste Blüthe, die Blüthe der Erkenntniß, vorangeht.

In diesem Sinne betrachtet ist die Kamera-Obscura, dieses schwache Nachbild des Auges, wirklich eine Frucht, ähnlich erwachsen wie das Auge selber, erwachsen im geistigen Mutterschoß der Menschheit, wo gar Vieles, Vieles wächst, was wir Menschen Erfindungen nennen. —

Der Mensch wie er ist — und was er erfindet, oder einfacher gesagt: der Mensch und seine Erfindungen, sie stehen vielleicht im innigeren Zusammenhang als wir ahnen. Die Erfindungen scheinen das eigentliche Wesen der Menschheit auszumachen. Eine Menschheit, die gar nichts erfindet, die in der Natur so lebt, wie sie es ihr ohne sein Zuthun bietet, wäre dem Thiere nicht einmal gleich. Seine Erfindungen sind inniger als man vermuthet mit seinem Sein und Wesen verknüpft; er erfindet vielleicht — wie

er ist, wenigstens lehrt die Geschichte der Naturwissenschaften, daß der Mensch sich selber stets nur so weit versteht, wie weit seine eigenen Erfindungen reichen.

Und was sollen die Schlüsse aus all' diesen Betrachtungen sein? —

Weder solche, die den Menschen sich überheben, noch solche, die den Menschen blinde Demuth lehren, sondern solche, die ihn anregen zum redlichen Forschen nach der Erkenntniß, wie der Mensch ist, und die ihn anspornen zur geistigen Pflege alles dessen, was der Mensch erfindet. — Denn der erfindungsreiche Mensch ist erst ein Mensch im rechten Sinne dieses Wortes.

Druck von Duncker & Weidling in Berlin.